Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Digitized by Google

THE PENNSYLVANIA STATE COLLEGE
LIBRARY
ENGINEERING LIBRARY
Class No.
Book No.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

XXXIX. Jahrgang.

1918.

LIBRARY
THE PA. STATE
COLLEGE

Berlin 1918.

Verlag von Julius Springer.

Digitized by Google

LIBRARY
THE PA. STATE
COLLEGE

Druck von H. S. Hermann in Berlin.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

(Jahrgang 1918.)

A. Sachverzeichnis.

		Seite
I.	Aufsätze, Kleinere Mitteilungen und Nachrichten	III
II.	Persönliches	IX
III.	Literatur (eingegangene Werke u. Buchbesprechungen)	IX
IV.	Vereinsnachrichten	X
V.	Wirtschaftliches und Geschäftliches	X

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — Lit. = Buchbesprechung. — G. = Geschäftliche Mitteilung. — B. = Berichtigung. Die Zeichen Brf., Lit., G., B. stehen vor, das Zeichen * steht hinter der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Aufsätze, Kleinere Mitteilungen und Nachrichten.

Akkumulatoren (s. a. Elektrizitätswerksbetrieb und Elemente).

— Akkumulatorenbatterien in Kraftwerken. Von E. Sieg. Brf. 272.

Aluminium (s. a. Leitungen, Normalien, Bergwerke u. Abt. A V).

— Untersuchungen über Aluminium als Ersatzmetall. 389.

Analyse von Wechselströmen, neues Meßgerät. Nach Roth. 290. 377.

Anlassen und Anlasser (s. a. Dynamos und Elektromotoren, Schalter, Widerstände).

— Das Schalten großer Gleichstrommotoren ohne Vorschaltwiderstände. Von W. Linke. 453*. 465*.

— Selbsttätige Drehstromanlasser der Voigt & Haeffner A. G. Von W. Ernst. 36*.

Antenne, siehe Funkentelegraphie.

Apparate, siehe Blitzableiter, Schalter, Schmelzsicherungen, Überspannung, Anlasser, Widerstände usw.

Arbeiterfürsorge u. Arbeiterfragen (s. a. Gesetz und Abt. A V).

— Die Wiederertüchtigung Kriegsverletzter. Nach Ch. Dantin. 317.

— Die Arbeitstherapie von Kriegsbeschädigten. Von Beckmann. 377.

— Kriegsblinde in der Werkstatt. Von P. H. Perls. 390.

Armersatz, siehe Medizin.

Asynchronmotor, siehe Elektromotor.

Audion, siehe Funkentelegraphie.

Aufzüge, siehe Förderanlagen.

Auslandsberichte. Staatliche Stromversorgung Hollands. Nach H. Doyer. 387.

Auslandsdienst, Vorbildung der Beamten. 318.

— Auslandseminar an der Techn. Hochschule Dresden. 170.

Auslandseminar, siehe Hochschulen.

Auslaufsmessung, siehe Meßverfahren.

Ausschuß, siehe Kommissionen.

Ausstellung von Abfallstoffen. 129.

— Ausstellung von Ersatzstoffen. 203.

— Brasilianische Industrie-Ausstellung in Buenos Aires 1918. 251.

— Herbstmesse Fredericia (Dänemark) 1918. 251.

— Elektrotechnische Ausstellung in Japan. 30.

— Technische Messe in Leipzig. 349.

— Französische Handelsmuseen in Marokko. 298.

Auswuchten. Schwingungsvorgänge beim Auswuchten rasch umlaufender Massen nach dem System Lawaczeck. Nach Heymann. Von G. Duffing. 50.

Auszeichnungen, siehe unter A II (Persönliches).

Automat, siehe Schalter u. Elektrizitätszähler.

Automobile (s. a. Bahnbau).

— Ergebnisse mit Elektromobilen. Nach Conradi. 259.

Bahnanlagen (Projekte u. neue Anlagen usw.). 50. 110.

— Berlin. G. 172. 189. G. 192. 237. 461*.

— Bludenz—Schruns. 108.

— Boston. 178.

— Butte-Anaconda and Pacific-Bahn. 419.

— Chicago—Milwaukee u. St. Paul. 251.

— Gotthard-Bahn. 261*. 275*. 283*. 293*.

— Hamburg. 80. G. 380.

— Holland (Statistik 1916). 337.

— Leipzig. G. 212.

— Merseburg. 231.

— North-Eastern-Bahn. 46*. 159.

— Nürnberg—Fürth. 161.

— Österreich. 19. 96. 110.

— Pennsylvania-Bahn. 398. 478.

— Preußen (Statistik 1916). 218.

— Riksgränsen. 495*.

— Sachsen (Statistik). 329.

— Schweiz. 78.

— Shildon—Newport. 46*. 159.

— Vereinigte Staaten. 80. 150. 267.

— West-Jersey- und Seashore-Bahn. 8.

Bahnbau u. Bahnbetrieb (s. a. Rechtspflege, Automobile, Treidelei, Erdströme, Signale, Unfälle).

— *Allgemeines.*

— — Statistik der Kleinbahnen in Preußen für das Jahr 1916. 218.

— — Tarifvorschläge für Nahverkehrsmittel. Nach Giese. Von Przygode. 29.

— — Schnellbahnen oder Schnellstraßenbahnen in Groß-Berlin. Von A. Przygode. 461*.

— — Der neue Vertrag zwischen dem „Verband Groß-Berlin" und den Berliner Straßenbahngesellschaften. Von Przygode. 237*.

— — Der neue Straßenbahntarif für Groß-Berlin. 189.

— — Einschränkung des Vorortbahnverkehrs in den Vereinigten Staaten von Amerika. 150.

— — Hilfsdienst der elektrischen Bahnen in den Vereinigten Staaten. 267.

— — Die Kosten der Straßenbahnfahrten in den Vereinigten Staaten. 80.

Bahnbau u. Bahnbetrieb.

— — Künftige Aussichten für den elektrischen Bahnbetrieb. 202.

— — Das Sparmetall der Straßen- und Kleinbahnen. 278.

— — Der Wechselstromtransformator im Bahnbetrieb. Nach W. Kummer. 57. Brf. 211. Brf. 311.

— — — Von M. Vidmar. Brf. 211.

— — — Von M. Korndörffer. Brf. 211. Brf. 311.

— — Die Einwirkung des Straßenbahnbetriebes auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke. Von Norberg Schulz. 401*.

— — Die Ausnutzung der Wasserkräfte zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen in Österreich. Von Hochenegg. 96.

— — Anlage zur Nutzbremsung von Fahrzeugen mit Kommutatormotoren für Einphasen-Wechselstrom. Von Hs. Behn-Eschenburg. 481*.

— *Anlagen.*

— — Die Elektrisierung der Gotthard-Bahn. 261*. 275*. 283*. 293*.

— — Elektrisierung der schweizerischen Eisenbahnen. 78.

— — Weiteres über die Riksgränsenbahn. 495*.

— — Die Elektrisierung der Strecke Shildon—Newport der North-Eastern-Bahn in England. 46*. 159.

— — Erweiterung des elektrischen Betriebes auf der Chicago-, Milwaukee- und St. Paul-Eisenbahn. 251.

— *Fahrzeuge.*

— — Die Einphasen-Lokomotive der Gotthardbahn und eine neue Lokomotive der Maschinenfabrik Oerlikon. Von H. Studer. 293*.

— — Güterzuglokomotive der North-Eastern-Bahn. 46.

— — Geringe Unterhaltungskosten der 2400 V-Gleichstromlokomotiven auf der Butte-Anaconda and Pacific-Bahn. 419.

— — Die neue Güterzuglokomotive der Pennsylvania-Bahn. 478.

— — Die neue Phasenumformer-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn. Nach Eaton. 398.

— — Die Lebensdauer der Schleifstücke von Stromabnehmern. 17.

— — Schleifstück an Kohle für elektrische Fahrzeuge. Nach D. Storjohann. 448.

— — Stromabnehmer mit Doppelrolle. 409.

— — Kugellager für Straßenbahnen. Nach L. Adler. 458.

— — Maßnahmen zur Erreichung einer möglichst kleinen Zahnräderzentrale bei Bahnmotoren. Nach Closkey. 398.

Bahnbau u. Bahnbetrieb.

— — Die Steuerungen der elektrischen Wechselstrom-Hauptbahnlokomotiven der preußischen Staatsbahnen. 314*.

— — Die Schützensteuerung im Straßenbahnbetriebe. Von R. Wolff. 365*.

— — Beleuchtungssystem für elektrische Überlandbahnen. 337.

— *Leitungen u. Oberbau.*

— — Die elektrischen Schienenstoßverbindungen. 227*.

— — Verminderung von Streustromschäden. 404.

— — Erfahrungen der italienischen Staatseisenbahnen mit Drehstrom-Fahrleitungen. 116*.

— — Schweißung eiserner Fahrleitungen. 317.

— — Stromschiene und Fahrleitung auf der West-Jersey- und Seashore-Bahn. 8.

— — Ungeschützte Stromschiene mit oberer Schleiffläche. Nach Ch. H. Jones. 58.

— — Die Stromversorgung der Nürnberg-Fürther Straßenbahn nach dem Dreileitersystem. Von Ph. Scholtes. 161*. 347.

— — Versteifung von Rohrmasten. 170.

— — Kupferausbau der Lokalbahn Bludenz—Schruns. Von Sabertschnik. 108.

— — Das Sparmetall der Straßen- und Kleinbahnen. 278.

Bahnmotoren, siehe Bahnbau (Fahrzeuge) u. Elektromotoren.

Batterie (s. a. Akkumulatoren u. Elemente).

— Hochspannungsbatterie mit Wechselstrombetrieb. Nach Greinacher. 399.

Beeinflussung, siehe Störung.

Belastungsfaktor, siehe Elektrizitätswerksbetrieb.

Beleuchtung u. Beleuchtungstechnik (s. a. Beleuchtungskörper, Elektrizitätswerksbetrieb, Bogenlampen, Glühlampen, Einheiten, Normalien).

— Sitzungsbericht der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft. Vom 15. IX. 1917. 196*. 207*.

— Bericht über Entstehung, Organisation und Programm der Kommission für praktische Beleuchtungsfragen. Von H. Lux. 196*.

— Denkschrift über Fabrikbeleuchtung in England. 58.

— Beleuchtungskalender der deutschen Eisenbahnverwaltungen und Beleuchtungskosten neuerer Glühlampen in zeichnerischer Darstellung. Von W. Lehner. 238.

— Beleuchtungssystem für elektrische Überlandbahnen. 337.

192402

Digitized by Google

Beleuchtung.
— Zugbeleuchtung der Maschinenfabrik Oerlikon. 437.
— Die einheitliche Kennzeichnung der Lichtquellen. Nach Bloch. 199.
— Das Lumen als Maß für die Leuchtwirkung. Nach J. T. Morris. 428.
— Einschränkung der Reklamebeleuchtung in Amerika. 70. 317.
— Helligkeit und Temperatur desschwarzen Körpers. Nach Foote und Fairchild. 149.
— Photometrische Vergleiche von Farbenfiltern und Wolframlampen. Nach Middlekauff und Skogland. 69.
— Fluoreszenz und Phosphoreszenz und deren Anwendung zur Erzielung von Leuchtwirkungen. Nach Glew. 408.
— Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hilfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken. Nach Teichmüller. 368.
— Die Streuung (Diffusion) des Lichtes als Mittel zur Verringerung der Flächenhelle künstlicher Lichtquellen. Nach Halbertsma. 207*.
— — Von Ondracek. Brf. 291.
— Vorrichtung zur Ermittlung der räumlichen Lichtstärke beliebiger Lampen. Von J. Sahulka. 253*.
— Neue Leuchtzusätze für Bogenlampenkohlen. Nach Mott. 110.
— Eine neue Quarzlampe. Nach Wolfke. 129.
Beleuchtungskörper (s. a. Beleuchtung, Bogenlampen, Nernstlampen, Glühlampen, Scheinwerfer u. Normalien).
— Drehender Lampenschirm als Reklame. 8.
— — Von K. Weinert. Brf. 52.
— Elektrische Grubenlampen. Nach H. H. Clark. 119.
— Batterielose Handlampe. 469.
— Neue Prüflampe (Proksch-Lampe). 478.
Beleuchtungsmessung, siehe Meßmethoden und Beleuchtung.
Beratung, siehe Sachverständigenwesen und Berufsberatung.
Berg- u. Hüttenwerke (s. a. Förderanlagen, Bahnbau, Ventilatoren, Eisen, Elektrochemie, Signalwesen, Normalien, Gesetze, Öfen und Unfälle).
— *Bergwerke* Zum sächsischen Kohlenmonopol. 409.
— *Hüttenwerke* Der gegenwärtige Stand der Elektrostahlindustrie. Nach W. Rodenhauser. 9.
— — Die Elektrostahlanlagen in Italien. 439.
— — Der elektrische Schmelzofen von Grönwall-Dixon. Nach Irresberger. 359.
— — Ein elektrischer Widerstandsofen zum Schmelzen in Tiegeln. Nach Greenwood und Hutton. 210.
— — Erzeugung und Eigenschaften von Elektrolytkupfer. Nach B. Welbourn. 329.
Berichtigungen. 32. 140. 160. 240. 312. 392.
Berufsberatung, Kursus. 370.
Berufswahl, siehe Hochschulen, Arbeiterfürsorge u. Ingenieure.
Beschlagnahme, siehe Krieg und Abt. A V.
Betriebskosten, siehe Elektrizitätswerksbetrieb, Bahnbetrieb, Bergwerke, Maschinenantrieb usw.
Betriebskraft, siehe Motoren, Dampfmaschinen, Maschinenantrieb u. Elektrizitätswerksbetrieb.
Betriebssicherheit u. -störung, siehe Störung.
Betriebsvorschriften, siehe Normalien.
Blindenfürsorge, siehe Arbeiterfragen.
Blitz u. Blitzschutz (s. a. Überspannung).
— Der Blitzableiter im Plan des Gebäudes. Von S. Ruppel. 324*. 333*. 349.
— Die neuen Normen über Gebäudeblitzschutzvorrichtungen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins. 50.
— Richtlinien über Herstellung und Auswechslung von Blitzableitern für die Dauer der Kriegsverhältnisse. 289.
Blockanlagen, siehe Signalanlagen.
Bogenlampen, siehe Lichtbogen, Beleuchtung, Beleuchtungskörper, Meßmethoden u. Normalien.
Board of Trade, Neuorganisation. 288.
Brand (s. a. Unfälle u. Kurzschluß).
— Selbsttätige Feuerlöschvorrichtung für Transformatoren- und Ölschalterräume. Von K. Perlewitz. 209.
— Vorschriften über Maßnahmen bei Bränden und Schäden an elektrischen Leitungen. 318.
Braunsche Röhre, siehe Röhre.
Bremsen, siehe Bahnbau (Fahrzeuge).
Brennstoffkette, siehe Element.
Brennzeiten, siehe Beleuchtung.
Cellon, siehe Isoliermaterial.
Chemie, siehe Elektrochemie u. Hüttenwesen.
Coolidge-Röhre, siehe Röntgenstrahlen.
Dampfkessel (s. a. Feuerungsanlagen).
— Dampferzeugung aus Elektrizität. 110.
— Dampferzeugung durch Elektrizität mit Wärmeaufspeicherung. 458.
Dampfmaschine. Bruch einer Dampfmaschine durch schlechtes Schmieröl. 59.
Dampfturbinen (s. a. Dynamos). Turbodynamos für 5000 und 10000 kW. 417.
Definitionen, siehe Normalien u. Einheiten.
Detektor, siehe Funkentelegraphie und Elektrizitätslehre.
Diathermie, siehe Medizin.
Diplomingenieur, siehe Hochschulwesen u. Ingenieure.
Drähte, siehe Leitungen, Normalien, Widerstand und Materialkunde.
Drahtlose Telegraphie, siehe Funkentelegraphie u. Telephonie.
Drahtösenklammern, siehe Klemmen.
Drehstrommotoren, siehe Elektromotoren.
Drosselspulen (s. a. Transformatoren). Brf. 110.
— Der Schutzwert eiserner und überbrückter Drosselspulen. Nach E. Pfiffner. 468.
Dynamos (s. a. Elektrizitätslehre, Elektromotoren u. Normalien).
— Allgemeine Formeln für den Dynamobau, Formeln für die Größe von Mehrphasenankern. Nach L. Klein. 367.
— Ankerkupferverluste bei Einankerumformern und Doppelstrommaschinen. Nach Carr. 249.
— Bestimmung der Wendepole bei Gleichstrommaschinen auf Grund praktischer Ergebnisse. Nach Schübbe. 158.
— Zur Pichelmayerschen Kommutierungstheorie. Nach Maude. 447.
— Günstigste Wahl der Gleichstrom- und Wechselstromerregung beim Frequenzverdoppler. Von Th. Lehmann. Brf. 110.
— — Von M. Osnos. Brf. 111.
— Einseitiger magnetischer Zug in elektrischen Maschinen. Von E. Rosenberg. 1*. 15*. 25*.
— Erfahrungen aus einer Anlage mit asynchronen Generatoren. Nach Siegfried. 239.
— Die Erwärmung der Wicklungen elektrischer Maschinen aus Ersatzmetallen. Nach A. Lang. 17.
— Ergänzung der Erwärmungsvorschriften. Nach W. Rogowski. 498.
— Zweckmäßige Temperaturgarantien für große Wechselstrommaschinen. Nach F. D. Newbury. 477.
— Garantien für elektr. Maschinen. G. 60.
— Die Erzeugung sinusförmiger Spannungskurven bei Turbodynamos. Nach K. Sachs. 377.
— Über Gleichstrommaschinen mit Sengelschem Spannungsteiler. Nach H. Lorenz. 277.
— Eine neue graphische Darstellung des Wicklungsschemas. Von L. Fleischmann. 67*.
— — Von H. Roth. 149. B. 160.
— Kommutation und Verluste in Eisenkollektoren. Nach A. Lang. 289.
Dynamos.
— Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom. Von M. Osnos. 205*. 215*. 224*. B. 240. B. 312.
— Betriebsstörungen an großen Turbodynamos und Transformatoren. Nach val Davies. 398.
— Schutz von Wechselstromdynamos gegen Kurzschlüsse. Nach R. Bown. 118.
— Die Stromverteilung in Mehrphasen-Kollektorankern. Von T. Schmitz. 163*.
— Stromverteilung und Stromwärme in Drehstrom-Kollektorankern bei Sechsbürstenschaltung. Von M. Ernst. 181*. B. f. 399.
— — Von R. Moser. B. f. 399.
— Turbodynamo von 55 000 kW Leistung. 188.
— Turbodynamos für 5000 und 10 000 kW. 417.
— Unsymmetrische Mehrphasensysteme. Von P. Müller. 343*. 353*. Brf. 519.
— — Von H. Kafka. Brf. 519.
— Die Untersuchung rasch laufender Magneträder in Theorie und Praxis. Von R. Neumann. 313*. 326*.
— — Von Melan. Brf. 450.
— Wirbelstromverluste in massiven Ankerleitern bei Leerlauf. Nach Dreyfus. 238.
Einheiten (s. a. Normalien).
Einphasenbahnen, siehe Bahnen.
Einphasenmotoren, siehe Elektromotoren.
Eisen u. Stahl, siehe Elektrizitätslehre, Elektrochemie, Magnetismus, Leitungen, Bergwerke, Öfen u. Warenerzeugung in Abt. A V.
Eisenbahnschienen, siehe Bahnbetrieb (Oberbau).
Elektrizitätsautomaten, siehe Elektrizitätszähler u. Elektrizitätswerksbetrieb (Tarife).
Elektrizitätsgesetz, siehe Gesetz.
Elektrizitätslehre (s. a. Schwingungen, Magnetismus, Leitungen, Funkentelegraphie, Röntgenstrahlen, Strahlen, Lehrmittel usw.).
— Mechanische Vorstellungen über die elektromagnetischen Erscheinungen. Von A. Korn. 363*. 375*. 390.
— F. Emde über Elektrizitätslehre und Schulbücher. Von W. Rogowski. 306.
— Verluste in unterteilten Leitern bei hohen Frequenzen. Nach Northrup und Thompson. 49.
— Widerstände reiner Isolatoren. Nach Podszus. 229.
— Detektor mit gelöteten Kontakten. Nach Bergholm. 158.
— Zur Theorie der dielektrischen Nachwirkung. Nach U. Meyer. 187.
— Über die Gleichgewichtszustände der Reihenschaltung einer Induktionsspule mit einem Kondensator. Von H. Görges. 101*. B f. 159.
— Einfluß unvollkommener Dielektrika in dem Felde eines Strahlers für Funkentelegraphie. Nach J. M. Miller. 7.
— Effekt der verteilten Kapazität in einlagigen Solenoiden. Nach Hubbard. 388.
— Ampèresche Molekularströme. Nach de Haas. 158.
— Wolframelektrodenverlust in Wasserstoff. Nach Mac Kay und Ferguson. 388.
— Neue Untersuchungen über den Funkenwiderstand. Nach F. Beaulard de Lenaizan. 437.
Elektrizitätsmonopol, siehe Elektrizitätswerksbetrieb.
Elektrizitätspropaganda, siehe Elektrizitätswerksbetrieb.
Elektrizitätssteuer, siehe Steuer.
Elektrizitätswerke u. Kraftübertragungsanlagen (s. a. Wasserkräfte).
— Von Elektrizitätswerken. 8. B. 32. 50. 97. 210. 230. 419. 438.
— Älfkarleby. 427. 428.
— Alt-Württemberg. 143.
— Baden. 189. 287*.
— Barcelona. 87.
— Bayern. 79.
— Bayernwerk. 361*. 490.
— Berlin. 298. 307. 509.
— Beznau. 248.
— Bielefeld. G. 412.
— Bitterfeld-Berlin. 307.
Elektrizitätswerke.
— Böhmen. 230.
— Boquilla-Talsperre. 19.
— Brandenburg. 509.
— Deutschland. 41* (Karte).
— Flörli-Oltesvik. 169.
— Großbritannien. 28. 50. 368. 472. 517.
— Hirschberg i. Schl. 414*. 423*.
— Holland. 88. 387.
— Indien. 129.
— Marokko. 129.
— Offenbach. 438.
— Österreich-Ungarn. 96. 158. 230.
— Porjus. 428.
— Preußen. 58. 97. 144*. 159.
— Saale-Talsperre. 478.
— Sachsen. 478. G. 480.
— Schlesien. 389.
— Schweden. 409. 425*.
— Schweiz. 230. 329.
— Seros. 87.
— Tata-Wasserkraftanlage. 129.
— Thüringen. 458.
— Tremp. 87.
— Trollhätta. 4. 26. 427.
— Ungarn. 50. 59. 189.
— Vereinigte Staaten von Amerika. 79. 88. 317. 409.
— Württemberg. 70. 143. 150. 377.
Elektrizitätswerksbau u. -betrieb. (s. a. Leitungen, Kabel, Rechtspflege, Meßmethoden, Dampfkessel, Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Heizapparate, Motoren, Installationswesen u. Beleuchtung).
— *Allgemeines.*
— — Die Einwirkung des Straßenbahnbetriebes auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke. 401*.
— — Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. Nach G. Klingenberg. 176.
— — Die Elektrizitätsversorgung unrentabler Gebiete. Von W. Hoffmann. B*.
— — Der heutige Stand der Überland-Stromversorgung in Deutschland. Von L. Meier. 41*.
— — — Von P. Claußen. Brf. 151.
— — Bau großer Überlandnetze. Von E. Roth. 113*. B. 140.
— — Ausfuhr elektrischer Energie aus der Schweiz. 230.
— — Die Ausnutzung der Wasserkräfte zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen in Österreich. Von Hochenegg. 96.
— — Staatliche Stromversorgung Hollands. Nach Doyer. 387.
— — Trocknungsanlagen in Verbindung mit Elektrizitätswerken. 120.
— — Bericht des Bayerischen Revisions-Vereins für das Jahr 1917. 359.
— — Über die Normalisierung von Drehstromspannungen. Von R. Rüdenberg. 233*. Brf. 350. Brf. 431.
— — Die Versorgung von Munitionsfabriken mit elektrischer Arbeit. Nach S. Fischer. 138.
— — Rechtsunwirksamkeit von Stromlieferungsverträgen infolge von Beleuchtungseinschränkung. 459.
— *Anlagen.*
— — Die elektrischen Krafterzeugungs- und Verteilungsanlagen des schwedischen Staates. Von Hansmann. 425*.
— — Die Kraftübertragungsanlagen in der Umgegend von Barcelona. 87.
— — Kraftübertragung Flörli-Oltesvik in Norwegen. 169.
— — 110 000 V-Kraftübertragung von Bitterfeld nach Berlin. 307.
— — Das Bayernwerk. Von C. Zell. 361*.
— *Betrieb.*
— — Schutz gegen Kurzschlüsse in Kraftwerken. Nach F. Scoumanne. 429.
— — Vereinigung der technischen und kaufmännischen Verwaltung bei einem Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk, einschließlich Installationswerk für Gas und Wasser. 430.
— — Vorschläge zur Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Betriebsspannungen bei Elektrizitätswerken in Österreich. 248.
— — Groß-Berliner Elektrizitäts-, Gas- und Wasserversorgung. 298.
— — Sparsame Bewirtschaftung der Wasserkraft-Elektrizitätswerke. 317.

Digitized by Google

Elektrizitätswerk-bau u. betrieb.
— — Der Parallelbetrieb von Kraftwerken. Nach Peck. 178.
— — Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs elektrischer Arbeit. Von G. Dettmar. 73*. 98.
— — Arbeitsverteilung zwecks Stromersparnis. 97.
— — Erfahrungen aus einer Anlage mit asynchronen Generatoren. Nach Siegfried. 239.
— — Ergebnisse der amerikanischen Elektrizitätswerke. 79. 88. 317. 409.
— *Großwirtschaft.*
— — Vereinigung von Strombezug und eigener Stromerzeugung. Nach Bluth. 202.
— — Die Elektrizitätsversorgung der Provinz Sachsen. Von Fr. Schmidt. 490.
— — Die Eidgenössische „Sammelschiene" als Hochspannungsleitung vom Bodensee bis Genfer See. 329.
— — Zusammenarbeiten großer Überlandwerke in den Vereinigten Staaten. 79.
— — Zusammenschluß schwedischer Elektrizitätswerke. 409.
— — Ein neuer Vorschlag für die Elektrizitätsversorgung des Landes. Von Block. 144*.
— — — Von C. Fistl. B f. 203.
— — Zur Frage der Verstaatlichung der Elektrizitätserzeugung in Preußen. 58. 97. 159.
— — Das Reichs-Elektrizitätsmonopol. Von A. Lietke. 157.
— — Gegenwart und Zukunft der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland und Österreich. Nach M. Ried. L. 39.
— — Elektrizitätswirtschaft in Ungarn. 50. 189.
— — Elektrizitätswirtschaftsgesetz in Österreich. 158. 177.
— — Die Elektrizitätsversorgung Württembergs. 70. 143. 150. 377.
— — Die Elektrizitätsversorgung Hollands. 88.
— — Die Elektrizitätsversorgung des Großherzogtums Baden. 287*.
— — Geplante Neuregelung der Elektrizitätsversorgung in England. 368.
— — Elektrizitätsmonopol und Gas-Großkraftwerke in England. Nach R. A. Chatock. 28.
— *Steuer und Stempel.*
— — Umsatzsteuergesetz und Lieferung elektrischer Arbeit. 218.
— — Der Einfluß der Kohlenpreise und der Kohlensteuer auf die Anlage- und Betriebskosten von Elektrizitätswerken. Von G. Siegel. 148*.
— — Kohlensteuer und Elektrizitätswirtschaft in Österreich. 177.
— *Tariffragen.*
— — Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen. Von H. Bußmann. 93*. 105*. B f. 159.
— — — Von G. Benischke. B f. 159.
— — Verbesserung des Leistungsfaktors in Elektrizitätswerken durch Tarifmaßnahmen. 38.
— — Die Vorausberechnung der Selbstkosten von Elektrizitätswerken. Von B. Soschinski. 125*. 135*.
— — Verwendung der elektrischen Nachtkraft. 70.
— — Ein neues Stromverrechnungsverfahren. Von F. Biermann. 155*. Brf. 270. B f. 371.
— — — Von Liebsch, Vogler und Thiemann. B f. 270. B f. 370.
— — Ein Tarifvorschlag. Von J. Nicolaisen. 473*.
— — Einschränkung des Elektrizitätsverbrauchs und Erhöhung der Strompreise. 458.
— — Preisänderungen in bestehenden Elektrizitätslieferungsverträgen. 279.
— — Installations- und Bezugserleichterungen für elektrische Anlagen. Nach v. Alkier. 447.
— — Mindestzahlung und Risiko in Stromlieferungsverträgen. Von J. Teichmüller. 55*.
— — Klingeltransformatoren und ihre Tariffrage beim Anschluß an Elektrizitätswerke. Nach E. Wirz. 307.

Elektrizitätszähler (s. a. Elektrizitätswerksbetrieb [Tarife] u. Meßgeräte).
— Nachzahlung für den im Elektrizitätszähler zu wenig gezeigten und daher zu wenig berechneten Strom. Von Cantor. 413*.
— Bestimmungen über Prüfungen und Beglaubigungen von Zähleraggregaten. 263.
— Errichtung von Prüfämtern für Elektrizitätsverbrauchsmesser in der Schweiz. 50.
— Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen. Von H. Bussmann. 93*. 105*. B f. 159.
— — — Von G. Benischke. B f. 159.
— Vergütungszähler. Von W. Stumpner. 6*.
— Zähler der Körting & Mathiesen A.G. 115.

Elektrochemie (s. a. Akkumulatoren, Bergwerke, Hüttenwerke, Elektrizitätslehre, Öfen, Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei, Metalle usw.).
— Die Aktivierung des Stickstoffes in elektrischen Entladungen. Nach E. Elöd. 120.
— Das Stickstoffproblem in den Vereinigten Staaten. Nach Parsons. 369.
— Alkohol aus Karbid. 170.
— Salpetersäure aus der Luft. Nach Andrießen. 219.
— Salzgewinnung mittels Elektrizität. 430.
— Die elektrochemische Industrie Italiens. Nach Pfitzner. 265.
— Kostenminima in elektrochemischen Anlagen. Nach J. Nußbaum. 189.

Elektroindustrie (s. a. Industrie und Abt. A V).
— Japan. G. 20.
— Großbritannien. 472.
— Die elektrische Industrie Norwegens i. J. 1917. 440.
— Das ausländische Kapital in der schweizerischen Elektrizitätsindustrie. G. 100.

Elektrokultur, siehe Landwirtschaft.

Elektrolyse (s. a. Elektrochemie und Erdstrom).
— Der elektrische Widerstand des Erdbodens und sein Einfluß auf die elektrolytische Zerstörung von eingebetteten Röhrenleitungen. Nach Mc. Collum und Logan. 250.

Elektrolyt, siehe Elektrochemie.

Elektrolyt-Meßverfahren, siehe Meßmethoden.

Elektromagnet (s. a. Magnet und Elektrizitätslehre).
— Über einen großen Elektromagnet einfacher Bauart. Nach The Svedberg. 149. 230.
— Elektromagnete für Heilzwecke. Von H. du Bois. 173*. 184*.
— Über Elektromagnete für kriegschirurgische Zwecke. Von R. Schumann. 404*.

Elektromedizin, siehe Medizin.

Elektrometallurgie, siehe Elektrochemie, Berg- u. Hüttenwerke u. d. einzelnen Metalle.

Elektrometer, siehe Meßgeräte.

Elektromobile, siehe Automobile.

Elektromonteure, siehe Abt. AV (Arbeitsmarkt).

Elektromotoren (s. a. Dynamos, Bergwerke, Maschinenantrieb, Bahnbau).
— Das Schalten großer Gleichstrommotoren ohne Vorschaltwiderstände. Von W. Linke. 453*. 465*.
— Neue gekapselte Motoren. 307.
— — Von Siemens-Schuckertwerke. Brf. 499.
— Die Kreisdiagramme des Asynchronmotors in neuer Darstellung. Von O. Bloch. 34*. 42*.
— — Von H. Grob. Brf. 123.
— Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom. Von M. Osnos. 205*. 215*. 224*. B. 240. B. 312.
— Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme. Von R. Rüdenberg. 483*. 493*. 501*. 510.
— Anpassung und Normalisierung bei elektromotorischen Antrieben. Von E. Adler. 381*. 394*.
— Käfigwicklung bei Drehstrommotoren. Von M. Dolivo-Dobrowolsky. Brf. 140.

Elektrotechniker, siehe Ingenieure.

Elemente, galvanische (s. a. Batterie, Thermoelemente und Akkumulatoren).
— Eine neue Brennstoffkette. Nach Reed. 298.
— Galvanisches Element von Féry. 298.
— Wiederverwertung verbrauchter Taschenlampenbatterien. 59.
— Wolfram für galvanische Elemente. Nach W. E. Koerner. 189.

Endverschluß, siehe Leitungen.

Erdschluß und Erdströme (s. a. Störungen).
— Unterdrückung des aussetzenden Erdschlusses durch Nullwiderstände und Funkenableiter. Von W. Petersen. 341*.
— Der elektrische Widerstand des Erdbodens und sein Einfluß auf die elektrolytische Zerstörung von eingebetteten Röhrenleitungen. Nach Mc Collum und Logan. 250.
— Verminderung von Streustromschäden. 404*.

Erfinder u. Erfindung (s. a. Patentwesen u. Rechtspflege).
— Ein deutsches Erfindungsinstitut. 88.

Ersatzglieder, siehe Medizin und Arbeitsfürsorge.

Ersatzstoffe, siehe Dynamos, Leitungen. Normalien usw.

ETZ, Unregelmäßige Zustellung. 401.

Explosion, siehe Unfälle.

Fabrikbetrieb, siehe Arbeiterfragen u. Maschinenantrieb.

Fachschulen, siehe Hochschulen.

Fahrdraht, siehe Bahnbau.

Fahrschalter, siehe Anlasser, Schalter u. Bahnbau.

Fahrstühle, siehe Förderanlagen.

Fassungen, siehe Glühlampenfassungen. Normalien u. Beleuchtungskörper.

Fehlerbestimmung, siehe Meßmethoden.

Fernhörer, siehe Fernsprechen.

Fernlenkboot, siehe Schiffe.

Fernsprechanlagen und -ämter.
— Neue Fernsprechämter. 316.
— Berlin (Südring). 316.
— Chemnitz. 316.
— Englische Kolonien. 358.
— Posen. 316.
— Stettin. 316.
— Vereinigte Staaten. 108. 428.

Fernsprechwesen.
— Charakteristik von Pupinleitungen. Von L. Schultheiß. 273*.
— Grenze der Reichweitenvergrößerung durch Pupinspulen. Von H. Jordan. 61*.
— Die Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Bestimmung der Wählerzahl in automatischen Fernsprechämtern. Von T. Engset. 304*.
— Lösung einiger Probleme der Wahrscheinlichkeitsrechnung von Bedeutung für die selbsttätigen Fernsprechämter. Von A. K. Erlang. 504*.
— Einfluß des Kriegszustandes auf den Fernsprechverkehr der Vereinigten Staaten von Amerika. 108.
— Regierungskontrolle über die amerikanischen Telegraphen- und Fernsprechgesellschaften. 428.
— Telegraph und Fernsprecher in den englischen Kolonien. Nach Weightman. 358.
— Gemischter Betrieb in einem Wähleramt. 316.
— Die Nachrichtentruppe. 17.
— Schutz von Teilnehmer-Fernsprechzentralen gegen Starkstrom. 27.
— Verbindungshülse für Eisendrähte. 369.

Festigkeit, siehe Materialkunde.

Feuerlöschvorrichtung, selbsttätige, für Transformatoren und Ölschalterräume. Von K. Perlewitz. 209.

Feuermelder, siehe Signale.

Feuerungsanlagen (s. a. Dampfkessel).
— Gleichzeitige Verfeuerung verschiedener Kohlensorten auf Wanderrosten. Nach P. Schmiedor. 438.
— Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe auf Wanderrosten. Nach Apt. 190.

Flaschenzug, siehe Förderanlagen.

Fluoreszenz, siehe Beleuchtung.

Förderanlagen und -einrichtungen.
— Die Entwicklung des elektrisch betriebenen Flaschenzuges. Von Wintermeyer. 3*.
— Neue Magnet-Schlagwerkskrane. Von H. Hermanns, 21*.
— Kraftbedarf für Getreideförderung. 337.
— Elektrisch betriebener Laufkran. 348. 469.
— Führerstands-Laufwinde von 1000 kg Tragkraft. 459.
— Elektrische Verladevorrichtung einer englischen Geschoßfabrik. 59.

Forschungsinstitute, siehe Institute.

Fragekasten. 20. 32. 40. 72. 124. 132. 180. 232. 292. 320. 352. 372. 392. 412. 460.

Freileitung, siehe Leitung.

Frequenzvervielfachung (s. a. Dynamos u. Transformator) für elektrische Ströme. Nach Shoenberg. 337.
— Die Mehrphasenkonsonanz. Von D. Korda. 486*.
— Günstigste Wahl der Gleichstrom- und Wechselstromerzeugung beim Frequenzverdoppler. Von Th. Lehmann und M. Osnos. B f. 110.

Frequenzumwandler, siehe Transformator.

Funkeninduktor, siehe Transformator.

Funkentelegraphie (s. a. Schwingungen, Elektrizitätslehre u. Lichtbogen, Meßverfahren).
— *Anlagen* Neue Großstationen 238.
— — Statistik der bestehenden Funkspruchstellen. 298.
— — Argentinien. 248. 418.
— — Argentinien—Ver. Staaten. 248.
— — Bolivien. 367.
— — Brasilien. 27. 230.
— — China. 329. 418.
— — Fire-Island. 289.
— — Frankreich. 367. 489.
— — Frankreich—Ver. Staaten. 68.
— — Großbritannien. 248. 377.
— — Hawai. 289.
— — Holland. 477.
— — Hongkong. 230.
— — Italien. 27.
— — Karlsborg. 27.
— — Martinique. 218.
— — Mexiko. 477.
— — Norwegen—Amerika. 248.
— — Peking. 377.
— — Peru. 298.
— — Rußland. 27.
— — San Diego. 238.
— — San Diego—Peking. 377.
— — Spanien. 489.
— — Südamerika. 27.
— — Vereinigte Staaten von Amerika. 68. 218. 230. 238. 248. 307. 388.
— *Anwendungen.*
— — auf Schiffen. 238. 248. 328. 457. 477.
— — Die Funkentelegraphie im Rettungsdienste von Menschenleben auf Schiffen in Seenot. 457.
— — Drahtlose Telephonverbindung zwischen Land und See. 477
Apparate u. Systeme.
— — Das Radiotelephoniesystem Prof. Vanni. 359.
— — Das Pliotron als Schwingungserzeuger. Nach White. 109.
— — Gleichstrom-Tonsender (Prioritätsstreit). 138.
— — Funkensender für ungedämpfte Wellen. Nach Fessenden. 178.
— — Detektor mit gelöteten Kontakten. Nach C. Bergholm. 158.
— — Detektoren in der drahtlosen Telegraphie. Nach Bancroft. 218.
— — Audiondetektor und Einthoven-Galvanometer für die Intensitätsmessung radiotelegraphischer Zeichen. Nach Whittemore. 367.
— — Unterwasserglocken- und funkentelegraphische Signaleinrichtung auf Fire-Island-Feuerschiff. 289.
— — Federnde Aufhängung der Luftdrähte auf Schiffen. Nach S. Hall. 328.
— — Massenanfertigung von Kleinradiostationen bei der Telephonfabrik A. G. vorm. J. Berliner in Wien. Von E. Nesper. 441*.

Digitized by Google

Funkentelegraphie.
Theorie.
— — Wirkung unvollkommener Dielektrika im Felde einer funkentelegraphischen Antenne. Nach J. Miller. 7. 218.
— — Die inneren Verhältnisse in einem Wellenempfänger der Audiontype. Nach Bown. 266.
— — Quantitative Beziehungen in Detektorkreisen. Nach Liebowitz. 359.
— — Vergleichende Versuche an Audionen. Nach Vallauri. 376.
— — Über die Wirkungsweise der in der drahtlosen Telegraphie benutzten Vakuumröhren mit drei Elektroden (Audion). Nach Vallauri. 407.
— — Die Überwindung der Erdkrümmung durch die Wellen der drahtlosen Telegraphie. Nach A. Sommerfeld. 38.
— — Eine Tafel zur Wellenlängenberechnung. Nach W. Eccles. 347.
— — Über einige Probleme der Energieübertragung zwischen zwei drahtlosen Stationen. Nach C. J. de Groot. 49.
— — Bemerkungen zum Widerstand von radiotelegraphischen Antennen. Nach L. W. Austin. 38.
— — Über Horizontalantennen. Von L. Zehnder. 515*.
— — Hohe gegen niedrige Antennen. Nach E. Bennett. 188. 200.
— — Empfangsstärke und Abstimmschärfe. Nach W. Burstyn. 468.
— — Antennenmessungen auf Schiffen. Nach Hart. 96.
— — Die Heaviside-Schicht. Nach Marchant. 97.
— *Verschiedenes.*
— — Die rechtliche Lage des funkentelegraphischen Nachrichtenverkehrs in der Luftfahrt. Von H. Thurn. 133*.
— — Zur Entwicklung der drahtlosen Telephonie. 78.
— — Vorsichtsmaßregeln beim Bau funkentelegraphischer Anlagen. Nach Mariott. 127.
— — Beitritt zum zwischenstaatlichen Funkentelegraphenvertrag (Martinique). 218.
— — Luftamt und Funkentelegraphie. Von Niemann. 489.
— — Englische Frauen im Funkerdienst der Regierung. 377.
— — Ausschuß für Radiotelegraphie in Frankreich. 68.
— — Drahtlose Telegraphie und Marconi-Gesellschaft in Frankreich. 489.
— — Telephonie ohne Draht in Spanien. 489.
— — Außerberufliche Funkentelegraphenstationen. 388.
— — Drahtlose Stationen zur Überwachung der Grenze der Vereinigten Staaten gegen Mexiko. 218.
Funkenwiderstand, siehe Elektrizitätslehre.

Galvanometer, siehe Meßgeräte.
Gas, siehe Unfälle, Beleuchtung, Motoren, Geschäftsstelle f. Elektrizitätsverwertung, Kohle u. Brand.
Gasexplosionen, siehe Unfälle u. Brand.
Gebläse. Turbogebläse für Hochöfen. Nach C. Blaucl. 449.
Gebrauchsmusterschutz, siehe Patentwesen.
Gebühren (s. a. Fernsprechen, Funkentelegraphie, Telegraphie, Sachverständigenwesen usw.).
— Erhöhung der Prüfgebühren der Reichsanstalt. 211.
Gebührenordnung (s. a. Sachverständigenwesen).
— Neue Kriegszuschläge zur Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure. 88. 390.
Gerichte, siehe Rechtspflege.
Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung. Der Schweizerische Elektrotechnische Verein und seine Organe. 138.
Geschichte (s. a. Drehstrom, Elektrizitätswerksbau, Transformator usw.) der Berliner Elektricitäts-Werke. Von C. Matschoß. Lit. 451.
Gesetze. Vorschriften usw. (s. a. Patentwesen, Normalien, Rechtspflege, Versicherung, Arbeiterfragen und Abt. A V unter Krieg).
— Verordnung über Ausfuhr elektrischer Energie aus der Schweiz. 230.
— Elektrizitätswirtschaftsgesetz in Österreich. 158. 177.
— Elektrizitätsgesetz für Ungarn. 50.
Getreideförderung, siehe Förderanlagen.
Gleichrichter (s. a. Dynamos und Elektrizitätslehre).
— Die Großgleichrichter-Anlage im städtischen Elektrizitätswerk zu Hirschberg i. Schlesien. Von J. Obach. 414*. 423*.
— Parallelschaltung und Spannungsregelung von Großgleichrichtern. Von B. B. Schäfer. 321*.
— Behandlung der Glaskörper von Quecksilberdampf-Gleichrichtern. 266.
Glieder, künstliche, siehe Medizin und Arbeiterfürsorge.
Glühlampen (s. a. Beleuchtung).
— Eine Wolfram-Glühlampe mit hohem Wirkungsgrad. Nach E. A. Gimingham u. B. R. Mullard. 8.
Glühlampenfassungen und -füße, (s. a. Normalien u. Beleuchtungskörper).
— Glühlampenfassung mit vierkantig gelochtem Boden. Nach Torner. 337.
— Glühlampenfassung mit vierkantig gelochtem Boden. Nach Torner. 337.
Grubenlampe, siehe Beleuchtungskörper.
Gummi, siehe Kautschuk und Normalien.
Güterbahn, siehe Bahnanlagen.

Haftpflicht, siehe Gesetze, Rechtspflege und Unfall.
Handel, siehe Abteilung A V.
Handelskammer siehe Abt. A V.
Hängeisolatoren, siehe Isolatoren.
Hartgummi, siehe Isoliermaterial.
Hauptbahnen, siehe Bahnanlagen.
Hebemagnete u. Hebezeuge, siehe Förderanlagen.
Heizapparate u. Kochapparate (s. a. Öfen).
— Der gegenwärtige Stand der Technik der elektrischen Kochapparate. Von Steinhardt. 264*.
— — Von Helberger. Brf. 351.
— Der Tauchsieder und die Durchlaufkanne, zwei neue Apparate für Heißwasserbereitung. Von F. Biermann. 126*.
— Verwendung der elektrischen Nachtkraft für Warmwasserheizung. 70.
— Dampferzeugung aus Elektrizität. 110.
— Dampferzeugung durch Elektrizität mit Wärmeaufspeicherung. 458.
— Elektrische Heizung bei Ölverladung. 27.
— Elektrische Wärmeerzeugung für industrielle Anlagen. Nach Rutgers. 258.
Hochschulen u. andere Lehranstalten (s. a. Lehrmittel, Ingenieure u. Abt. A II).
— Auslandseminar an der Technischen Hochschule Dresden. 170.
— Von der Technischen Hochschule in Dresden. 490.
— Baltische Technische Hochschule 370.
— Übergangsmaßnahmen und Hochschulreform. 370.
— Elektrotechnische Lehranstalt des Physikalischen Vereins in Frankfurt a. M. 399.
— Die Vorbildung der Beamten des Auslanddienstes. 318.
— Schenkung für wissenschaftliche Zwecke. 370.
— Stiftungen für die Wiener Technische Hochschule. 260.
— Kursus über Berufsberatung. 370.
Hochspannungsanlagen, siehe Elektrizitätswerksbau u. Leitungen.
Hochspannungsapparate (s. a. Normalien, Schalter, Schaltanlagen, Schmelzsicherungen u. Überspannung.)
— Bemerkungen zu den Richtlinien für Hochspannungsapparate. Von H. Probst und G. Stern. 200.
Hochspannungsleitungen, siehe Leitungen.
Hüttenwerke, siehe Bergwerke.
Hysterese, siehe Magnetismus, Elektrizitätslehre, Lichtbogen u. Schwingungen.

Induktion, siehe Magnetismus u. Elektrizitätslehre.
Industrie (s. a. Abt. A V, Industrie u. Elektroindustrie).
— Finanzielle Ergebnisse der Maschinenbau-Aktiengesellschaften i. J. 1915. Von E. Werner. G. 192.
— — desgl. für 1916. G. 492.
— Die elektrochemische Industrie Italiens. Nach Pfitzner. 265.
Ingenieure und deren Standeswesen (s. a. Architekten, Hochschulen und Sachverständignewesen).
— Die Besetzung leitender Stellen. Von R. Weyrauch. 186*.
— Die Technikerfrage und die Vertreter der Staatswissenschaften. Von O. Schleicher. 446*.
— Preisausschreiben über den Schutz des Ingenieurtitels. 70.
Installationsmaterial, siehe Normalien, Schalter, Sicherungen, Leitungen usw.
Installationswesen, siehe Elektrizitätswerksbetrieb und Rechtspflege.
Institute, wissenschaftliche (s. a. Hochschulen, Materialprüfungsamt u. Physikalisch-Technische Reichsanstalt).
— Neue Forschungsinstitute. Von Zehme. 346.
— Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Forschung. 179.
— Tätigkeitsbericht des National Physical Laboratory. 27.
Invar, siehe Stahl.
Isolatoren.
— Die Ausmessung der elektrostatischen Felder von Isolatoren nach dem Elektrolytverfahren. Von W. Estorff. 53*. 62*. 76*.
— Durchschläge von Porzellanisolatoren infolge von Spannungsstößen. Nach Peaslee. 169.
— Ausdehnungswirkungen als Ursache der Verschlechterung von Hängeisolatoren. Nach Brundige. 97.
— Der Einfluß der Isolatorenketten auf die Beanspruchung und den Durchhang im Spannfelde. Von Krzyzanowski. 138.
— — Von Wittek. Brf. 291.
— Ausbildung von Hochspannungs-Durchführungen und -Endverschlüssen. 19.
— Über Isolatoren und Kabel. 218.
Isolierlack, siehe Isoliermaterial.
Isoliermaterial (s. a. Elektrizitätslehre, Leitungen u. Isolatoren).
— Zur Lackfrage. 316.
— — Von M. Jores. Brf. 431.
— Über Cellonlack-Isolierung. 308. 448. 456.
— Cellon-Isolierband. 308.
— Isoliermaterial aus Fischabfällen. 10.
— Untersuchung von Hartgummi-Ersatzstoffen durch die P.T.R. 97. 377. B. 392.
Jubiläum (s. a. Hochschulen, Abt. A II u. A V).
— Die 25-jährige Wiederkehr des Gründungstages des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Von G. Dettmar. 33*.
— Jubiläum von Scheiber & Kwayßer. G. 480.

Kabel, siehe Leitungen; Schwachstromkabel, siehe Telegraphie u. Fernsprechen.
Kessel, siehe Dampfkessel.
Kleinbahn, siehe Bahn.
Klemmen. Der Kerbverbinder im Freileitungsbau. Von A. Vilanova. 186*.
— Siegfried-Klemme. 278.
— Drahtösenklammern. 39.
Kohle (s. a. Beleuchtung, Bergbau und Abt. A V).
— Der Einfluß der Kohlenpreise und der Kohlensteuer auf die Anlage- und Betriebskosten von Elektrizitätswerken. Von G. Siegel. 148*.
— Brennkrafttechnische Gesellschaft. 70.
— Der Kohlenmangel in den Vereinigten Staaten von Amerika. 70. 110.
— Probleme der rationellen Steinkohlenverwertung. Nach E. Börnstein. 122.
— Kohlenmangel in Sachsen. 409.
Kohlebürsten, deutsche und ausländische Fabrikate. Von C. Wiemann. Brf. 71.
Kohlensteuer, siehe Steuer.
Kollektor, siehe Dynamos u. Elektromotoren.
Komitee, siehe Kommissionen u. Abt. A IV.
Kommissionen (s. a. Kongreß u. Abt. A IV).
— Ausschuß für Radiotelegraphie in Frankreich. 68.
— Normenausschuß der Deutschen Industrie. 52.
— Die Bedeutung des Normenausschusses der Deutschen Industrie für den Elektrotechniker. Von P. Wölfel. 333*.
Kommutierung, siehe Dynamo u. Elektromotoren.
Kondensator (s. a. Elektrizitätslehre).
— Die Reinhaltung von Oberflächenkondensatoren. Nach Hülsmeyer. 178.
— Die Reinigung von Kühlwasser für Oberflächen-Kondensationsanlagen. Nach Seyffert. 203.
— — Von A. Rückert. Brf. 279.
Kongresse u. Jahresversammlungen (s. a. Kommissionen u. Vereinsnachrichten. Abt. A IV „Verschiedene Vereine").
— Sitzungsbericht der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft. 196*. 207*.
Kontakte. Neuerungen an Kontakten und Kontaktmaterial. Von H. von Fleischbein. 445*.
Kontroller, siehe Schalter u. Anlasser.
Korrosion, siehe Erdstrom, Leitungen, Materialkunde, Dampfkessel, Störungen u. Bahnbetrieb.
Krane, siehe Förderanlagen.
Kreisdiagramme, siehe Dynamos, Elektromotoren, Transformatoren u. Elektrizitätslehre.
Krieg (s. a. Industrie, Rechtspflege u. Abt. A V).
— Ein verhetzter Neutraler. 10. 30.
— — Von C. Wiemann. Brf. 71.
— Wie gewinnt man den Krieg? Nach E. W. Rice. 419.
— Der Kohlenmangel in den Vereinigten Staaten von Amerika. 70. 110.
— Lichteinschränkung in Amerika. 317.
— Einfluß des Kriegszustandes auf den Fernsprechverkehr der Vereinigten Staaten von Amerika. 108.
— Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs elektrischer Arbeit. Von G. Dettmar. 73*. 98.
— Die Nachrichtentruppe. 17.
— Ergebnis der 9. Kriegsanleihe. 520.
— Verwendung des freigewordenen Kriegsmaterials. 520.
Kriegsanleihe, Annahme an Zahlungsstatt. 138.
Kriegsschiff, siehe Schiff.
Kugellager für Straßenbahnen. Nach L. Adler. 458.
Kühlung, siehe Dynamos, Transformatoren usw.
Kühlwasserreinigung für Oberflächen-Kondensationsanlagen. Nach Seyffert. 203.
— — Von A. Rückert. Brf. 279.
Kupfer, (s. a. Berg- u. Hüttenwesen u. Abt. A V).
— Erzeugung und Eigenschaften von Elektrolytkupfer. Nach Welbourn. 329.
Kupplung. Kugelkuppelung. Nach Guillery. 110.
— Magnetische Kupplung für gleichbleibendes Drehmoment. Nach W. L. Davies. 470.
Kurven u. Kurvenform, siehe Dynamos, Meßverfahren u. Elektrizitätslehre.
Kurzschluß (s. a. Brand, Leitungen, Dynamos, Elektrizitätswerksbetrieb u. Unfall).
— Schutz gegen Kurzschlüsse in Kraftwerken. Nach Scoumanne. 429.

Laboratorium, siehe Hochschulen, Institute, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Prüfämter u. Materialkunde.
— Das Industrielaboratorium. Von G. Quaink. 357.
Lack, siehe Isolationsmaterial.
Lampenschirm, siehe Beleuchtungskörper.

Digitized by Google

Landwirtschaft. Elektrische Anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben. 70.
— Elektrokultur. Nach Britton. 470.
— Elektrischer Pflugbetrieb. Nach H. Wirth. Lit. 31.
— Versuche mit Motorpflügen in der Schweiz. 490.
Lasthebemagnete, siehe Förderanlagen.
Laufkran, siehe Förderanlagen.
Leckstrommelder, siehe Meßgeräte.
Leistungsfaktor, siehe Dynamos, Elektromotoren, Meßgeräte u. Elektrizitätswerksbetrieb.
Leitfähigkeit des menschlichen Körpers unter dem Einfluß der Atmosphäre. Nach Huber. 290.
Leitsätze, siehe Normalien.
Leitungen (s. a. Kabel, Normalien, Maste, Gesetze, Bahnbau, Elektrizitätswerksbetrieb, Fernsprechen, Telegraphie u. Störungen).
— Über die Beziehungen der Starkstromanlagen zu den Schwachstromanlagen. 213*.
— Über die wirtschaftliche Ausnutzung von Höchstspannungsleitungen. Von Gg. Horstmann. 193*. Brf. 311.
— — Von Soroker. Brf. 311.
— Die Berechnung der Arbeitsweise von Hochspannungskabeln auf Grund einer reellen Form der Lösung der Zustandsgleichungen. Von W. Kummer. 84*. Brf. 331.
— — Von E. Rosseck. Brf. 331.
— Die Energieverluste in Hochspannungs-Fernleitungen. Von F. Hoppe. 153*.
— Die Koronaverluste der Hochspannungsfreileitungen vom praktischen Standpunkt aus betrachtet. Nach Hoppe. 249.
— Der Einfluß der Isolatorenketten auf die Beanspruchung und den Durchhang im Spannfelde. Nach Krzyzanowski. 138.
— Schwierigkeiten bei eisernen Fernleitungen. Nach M. D. Leslie. 88.
— Freileitungen aus Eisen. 150.
— Kupferersatz bei Freileitungen. Nach Burri. 258.
— Das Sparmetall der Straßen- und Kleinbahnen. 278.
— Kupferausbau der Lokalbahn Bludenz—Schruns. Von F. Sabertschnik. 108.
— Über die Berechnung des Kurzschlußstromes in Leitungsnetzen. Von G. Gormann. 444*.
— Über die Eisbelastung der Freileitungen. Von W. Wittek. 475*.
— Versuche mit einigen Ersatzausführungen für Gummiaderdrähte. Von R. Nagel. 433*.
— Kriegsmäßiger Ersatz für gußeiserne Freileitung-Endverschlüsse. Nach M. Monath. 448.
— Normalien für Leitungen mit imprägnierter Papierisolierung. 260.
— Projektierungsbehelfe nach Opacki. Von Brade. 28. Brf. 171.
— — Von Opacki. Brf. 171.
— Verbindungshülse für Eisendrähte. 369.
— Der Kerbverbinder im Freileitungsbau. Von Vilanova. 186*.
— Siegfried-Klemme. 278.
— Drahtösenklammern. 39.
— Ausbildung von Hochspannungs-Durchführungen und -Endverschlüssen. 19.
— Befestigungshülse für Rohrdrahteinführungen. 19.
— Über Isolatoren und Kabel. 218.
— Eine künstliche Fernleitung mit einstellbaren Leitungskonstanten. Nach Magnusson und Burbank. 239.
— Zur Frage des Wegerechts für elektrische Leitungen. 439.
Leitungsmaste, siehe Maste.
Licht, siehe Beleuchtung.
Lichtbogen, siehe Funkenstrecke, Funkentelegraphie, Bogenlampen, Schwingungen.
Lichtmessung, siehe Beleuchtung, Glühlampen, Meßgeräte, Meßmethoden u. Normalien.
Lokomotiven, siehe Bahnbau [Fahrzeuge], Bergwerke, Förderanlagen.
Luftamt und Funkentelegraphie. Von Niemann. 489.
Luftfilter, neues (Möllerfilter). 409.
Magnet, siehe Elektromagnet, Magnetismus u. Förderanlagen.
Magnetismus (s. a. Elektrizitätslehre, Magnet, Meßmethoden, Eisen).
— Righis magnetische Strahlen. Nach Ives. 468.
— Unsymmetrische Hystereseschleifen. Von Niethammer und M. Dumermuth. B.f. 71.
— Untersuchungen der magnetischen usw. Eigenschaften von Eisenlegierungen. Nach E. Gumlich. 329.
— Die magnetischen Eigenschaften von Eisen, Nickel und Kobalt. Nach E. M. Terry. 388.
— Die Magnetisierung von Eisen, Nickel und Kobalt durch Rotation und die Natur der magnetischen Molekel. Nach Barnett. 418.
— Magnetisierung von Eisen ohne Hysterese. Nach Wright. 398.
— Demagnetisierung von Eisen. Nach A. W. Smith. 468.
— Eine einfache Methode zur Aufnahme der vollständigen Hystereseschleife. Von M. Schleicher. 393*.
Magnetkrane, siehe Förderanlagen.
Magneträder (s. a. Dynamos) Untersuchung raschlaufender Magneträder in Theorie und Praxis. Von R. Neumann. 313*. 326*.
— — Von Melan. Brf. 450.
Mängelrügefrist, siehe Rechtspflege.
Maschinenantrieb (s. a. Motoren, Berg- u. Hüttenwesen, Förderanlagen, Werkstatt).
— Die Versorgung von Munitionsfabriken mit elektrischer Arbeit. Nach S. Fischer. 138.
— Anpassung und Normalisierung bei elektromotorischen Antrieben. Von E. Adler. 381*. 394*.
Maschinenindustrie, siehe Industrie und Abt. AV.
Massenfabrikation, siehe Werkstatt.
Maste (s. a. Leitungen u. Rechtspflege).
— Versteifung von Rohrmasten. 170.
Materialkunde (s. a. Meßmethoden, Magnetismus, Eisen, Kupfer, Prüfämter usw.).
— Jahresbericht 1916 des Kgl. Materialprüfungsamtes. 399.
— Invar und verwandte Nickelstähle. Von Anschütz u. Co. Brf. 251.
Materialprüfungsamt, siehe Materialkunde.
Medizin (s. a. Arbeiterfürsorge und Röntgenstrahlen).
— Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage. Von H. Boruttau. 81*. 94*. 130. 139. 396. Brf. 491.
— — Von S. Jellinek. 221*. 396.
— Elektromagnete für Heilzwecke. Von H. du Bois. 173*. 184*.
— Über Elektromagnete für kriegschirurgische Zwecke. Von R. Schumann. 464*.
— Einfluß der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre auf die Leitfähigkeit des menschlichen Körpers. Nach Huber. 290.
— Ein neuer Diathermieapparat. Von H. Faßbender. 329.
— Über eine neue Coolidge-Röntgenröhre und eine tragbare Röntgeneinrichtung. 202.
Mehrphasenkonsonanz, siehe Transformator.
Mehrphasensysteme, unsymmetrische. Von P. Müller. 343*. 353*. Brf. 519.
— — Von H. Kafka. Brf. 519.
Merkblatt, siehe Normalien.
Meßbrücke, siehe Meßgeräte.
Messe, siehe Ausstellungen.
Meßgeräte (s. a. Werkzeuge, Elemente, Magnetismus, Meßverfahren, Transformatoren, Uhren, Fernsprechen, Telegraphie, Funkentelegraphie).
— Apparat zur Bestimmung der magnetischen Gleichmäßigkeit von Normalstäben. Nach Sanford. 210.
— Tafel zur Berechnung von Wellenlängen. Nach Eccles. 347.
— Elektrometer hoher Empfindlichkeit. Nach G. Hoffmann. 159.
— Ein neuer Hitzdrahtvakuummesser mit Multiplikator. Von Wm. Tschudy. 235*.
Meßgeräte.
— Das Industrielaboratorium. Von G. Quaink. 357.
— Ein neues Meßinstrument zur direkten Analyse von Wechselströmen. Nach A. Roth. 290. 377.
— Ein neuer Oszillograph. Nach C. Heintze. 278.
— Planimeter zur Bestimmung der Inhalte und Momente ebener Flächen. Nach Kulka. 517.
— Saitenelektroskop. Nach Lutz. 159.
— Vorführung eines neuen Vibrationsgalvanometers. Von Schering. 410.
— Wechselstrommessungen mit dem Vibrationsgalvanometer. Nach Déguisne. 411.
— Gerät zum Aufsuchen von Stromentweichungen (Leckstrommelder). Von Behrend. 297.
— Neue Prüflampe (Proksch-Lampe). 478.
— Stromwandler für einphasigen Wechselstrom der Siemens-Schuckertwerke. 175.
— Der Torsiograph, ein neues Instrument zur Untersuchung von Wellen. Nach Geiger. 109. Brf. 299.
— — Von G. Duffing. Brf. 299.
— Ein leicht einstellbares elektrostatisches Voltmeter. Nach Wolcott. 298.
— Nullvoltmeter mit hoher Anfangsempfindlichkeit. Von Gg. Keinath. 455*.
— Vorrichtung zur Ermittelung der räumlichen Lichtstärke beliebiger Lampen. Von J. Sahulka. 253*.
— Das Thermophon als Präzisionstonquelle. Nach Arnold und Crandall. 457.
— Ein elektrostatisches Telephon als gleichmäßig empfindlicher, absoluter Strommesser. Nach E. C. Wente. 457.
Meßverfahren (s. a. Meßgeräte). Experimentelle Bestimmung des Trägheitsmomentes von Rotationskörpern. Von W. Welsch. 182.
— Audiondetektor und Einthoven-Galvanometer für die Intensitätsmessungen radiotelegraphischer Zeichen. 367.
— Die Ausmessung der elektrostatischen Felder von Isolatoren nach dem Elektrolytverfahren. Von W. Estorff. 53*. 62*. 76*.
— Photometrische Vergleiche von Farbenfiltern und Wolframlampen. Nach Middlekauff und Skogland. 69.
— Die Photometrie der Lampen mit Gasfüllung. Nach Middlekauff und Skogland. 128.
— Einrichtungen für die Lebensdauerprüfung von Glühlampen des Bureau of Standards. Nach Middlekauff, Mulligan u. Skogland. 168.
— Graphisches Verfahren zur Bestimmung der Phasenverschiebung in Drehstromkreisen. Von E. Haidegger. 335*.
— Eine neue Methode der direkten Analyse von Wechselströmen. Nach A. Roth. 290. 377.
— Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hilfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken. Nach Teichmüller. 368.
— Die Untersuchung der Schalter- und Transformatorenöle. Von G. Schendel. 242*.
— Neues Zählereichverfahren. Von H. Geweeke und W. v. Krukowski. 356*.
— Bestimmung der Reibungsverluste durch Auslaufsmessung. Von Fr. Honsu. 435*.
— Eine einfache Methode zur Aufnahme der vollständigen Hystereseschleife. Von M. Schleicher. 393*.
— Die Bestimmung kleiner Phasenverschiebungen bei Niederfrequenz. Nach C. Deguisne. 437.
— Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen. Von Bußmann. 94. Brf. 159. Brf. 231.
— — Von G. Benischke. B.f. 159.
Metalle (s. a. Aluminium, Eisen, Kupfer usw., Bergwerke u. Abt. A V).
Metalle.
— Sparmetalle für Friedenszwecke. 490.
Metallfadenlampen, siehe Glühlampen.
Metallurgie, siehe Berg- und Hüttenwerke.
Monopol (s. a. Elektrizitätswerksbetrieb [Großwirtschaft]).
— Zum sächsischen Kohlenmonopol. 409.
— Das Reichs-Elektrizitätsmonopol. Von A. Lietke. 157*.
Monteure, siehe Abt. AV (Arbeitsmarkt).
Motoren, (siehe Elektromotoren und Maschinenantrieb).
Munitionsfabriken, Versorgung mit elektrischer Arbeit. Nach S. Fischer. 138.
Museum, Deutsches. 30.
— Französische Handelsmuseen in Marokko. 298.
— Ein nordisches Technisches Museum. 59.
Mustermesse, siehe Ausstellungen.
Musterschutz, siehe Patentwesen.
National Physical Laboratory, Tätigkeitsbericht. 27.
Nobelpreis. 519.
Normale, siehe Meßgeräte.
Normalien, Vorschriften, Leitsätze, Merkblätter usw. (s. a. Gesetze, Einheiten u. Abt. A IV. Vereinsnachrichten [V.D.E.]).
— Normenausschuß der Deutschen Industrie. 52. 179.
— Anpassung und Normalisierung bei elektromotorischen Antrieben. Von E. Adler. 381*. 394*.
— Über die Normalisierung von Drehstromspannungen. Von R. Rüdenberg. 233*. Brf. 350. Brf. 431.
— — Von L. Schüler. Brf. 350.
— — Von A. Groß. Brf. 431.
— Vorschläge zur Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Betriebsspannungen bei Elektrizitätswerken in Österreich. 248.
— Normalien für die Verwendung von Ersatzmaterialien bei Maschinen und Transformatoren. 190. 267. 493.
— Weitere Geltung der Ausnahmebestimmungen. 493.
— Änderungen der Normalien für Installationsmaterial und Schalter. 159. 239. 318.
— Normalien für Leitungen mit imprägnierter Papierisolierung. 260.
— Vorschriften über Maßnahmen bei Bränden und Schäden an elektrischen Leitungen. 318.
— Bestimmungen für die bruchsichere Führung von Starkstromleitungen oberhalb von Reichs-Telegraphen- u. Fernsprechleitungen. 179.
— Richtlinien über Herstellung und Auswechslung von Blitzableitern für die Dauer der Kriegsverhältnisse. 289.
— Die neuen Normen über Gebäudeblitzschutzvorrichtungen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins. 50.
Normalwiderstand, siehe Meßgeräte.
Normenausschuß der Deutschen Industrie. 52. 179.
Nullvoltmeter, siehe Meßgeräte.
Oberleitung, siehe Bahnbetrieb.
Öfen, siehe Elektrochemie, Eisen, Heizapparate, Berg- u. Hüttenwerke.
Öl (s. a. Isolierstoffe, Schmiermittel und Abt. AV).
— Die Untersuchung der Schalter- und Transformatorenöle. Von G. Schendell. 242*.
— Elektrische Heizung bei Ölverladung. 27.
Ölschalter, siehe Schalter.
Osramlampen, siehe Glühlampen.
Oszillograph, siehe Meßgeräte.
Patentwesen und Gebrauchsmusterschutz (s. a. Rechtspflege).
— Tätigkeit des Patentamtes. 231.
— Abänderung der Bestimmungen über die Anmeldung von Erfindungen. 70.
— Ein deutsches Erfindungsinstitut. 88.
— Abänderung des Patentgesetzes in Belgien. 30.

Digitized by Google

Patentwesen.
— Verlängerung der Zahlungsfristen für Patentgebühren in Rumänien. 190.
— — in Schweden. 30.
— Gewerbliche Schutzrechte in Rußland. 390.
— Erleichterungen auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes in den Vereinigten Staaten von Amerika. 97. 98.
— Gewerbliche Schutzrechte von Angehörigen Japans. 98.
— Verlängerung der Prioritätsfristen in Dänemark. 239. 459.
— — in Norwegen. 97. 390.
— — in Schweden. 370.
Periodenzahl (s. a. Frequenzvervielfachung), Vereinheitlichung in Österreich. 248.
Pflug, siehe Landwirtschaft.
Phasenverschiebung, graphisches Verfahren zur Bestimmung in Drehstromkreisen. Von E. Haidegger. 335*.
— Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen. Von H. Bußmann. 93*. 105*. Brf. 159. Brf. 231.
— — Von G. Benischke. Brf. 159.
Phosphoreszenz, siehe Beleuchtung.
Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Tätigkeitsbericht 1917. 436.
— Erhöhung der Prüfgebühren. 211.
— Register für die Prüfungen und Bekanntmachungen der elektr. Prüfämter. 40. 71.
— Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter. Nr. 119. 108.
— — Nr. 120. 115.
— — Nr. 121. 175.
— — Nr. 122. 263.
— — Nr. 123. 417.
Planimeter, siehe Meßgeräte.
Platin, Ersatzstoffe. 430.
Pliotron, siehe Funkentelegraphie.
Polizeiverordnung, siehe Gesetze.
Porzellan, siehe Isolator u. Isoliermaterial.
Preisausschreiben über den Schutz des Ingenieurtitels. 70.
— der Technischen Hochschule zu Berlin. 239.
— des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. 59.
Prothesen, siehe Medizin.
Prüfämter (s. a. Phys.-Techn. Reichsanstalt).
— Errichtung von Prüfämtern für Elektrizitätsverbrauchsmesser in der Schweiz. 50.
— Prüfamt Bremen. 417.
— Befugnisse des Prüfamts 4, Nürnberg. 108.
— Die technischen Prüfanstalten des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins i. J. 1917/18. 518.
Prüffeld, Einrichtung und Betrieb moderner Maschinenprüffelder. Von E. Philippi. 301*.
Prüfgrube für rasch laufende Magneträder. Von R. Neumann. 313*. 326*.
Prüflampe, neue (Proksch-Lampe). 478.
Pupinspulen, siehe Fernsprechen.

Quarzlampe, siehe Beleuchtung.
Quecksilberdampf-Gleichrichter, siehe Gleichrichter.

Rechnungen. Ein Mangel bei der Ausfertigung von Rechnungen. Von Betriebsamt Glauchau. Brf. 450.
Rechtspflege (s. a. Patentwesen, Sachverständigenwesen u. Gesetze).
— Entwicklung des Elektrizitätsrechts 1913 bis 1917. 509.
— Über die rechtlichen Beziehungen der Starkstromanlagen zu Schwachstromanlagen. Von R. Fischer. 213*.
— Zur Frage des Wegerechtes für elektrische Leitungen. Von Fr. Schmidt. 439.
— Rechtsunwirksamkeit von Stromlieferungsverträgen infolge von Beleuchtungseinschränkung. 459.
— Nachzahlung für den im Elektrizitätszähler zu wenig gezeigten und daher zu wenig berechneten Strom. Von Cantor. 413*.

Rechtspflege.
— Preisänderungen in bestehenden Elektrizitätslieferungsverträgen. 279.
— Vorschläge der Handelskammer Berlin zur Neuordnung des Schiedsgerichtswesens. Nach A. Nußbaum. Von E. Müllendorff. 167*.
— Firmen als Vereinsmitglieder. 279.
— Haftung von Geschäftsleuten, insbesondere Banken, für Kreditauskünfte. 290.
— Die rechtliche Lage des funkentelegraphischen Nachrichtenverkehrs in der Luftfahrt. 133*.
— Das Reichsgericht über Vertragsrechte bei Straßenbahntarifen. 190.
— Strafrechtliche Folgen der Verletzung einer Telephonistin durch übermäßiges Drehen der Kurbel. 151.
— Verletzung eines Bureauangestellten durch Herabfallen des Gegengewichts einer elektrischen Lampe. 370.
— Umsatzsteuerpflicht der freien Berufe. 298. 349.
— Die Umsatzsteuer und ihre Abwälzung. Von E. Hirschfeld. 508*.
— Zu unrecht beanstandete Saugzuganlage. 70.
— Fabrikschornsteine brauchen bei Ölfeuerung nicht regelmäßig gekehrt zu werden. 151.
— Zwangswirkung der Kriegsklausel. 121.
— Vereinbarung des Verzichts auf die Kriegsklausel und auf Hinausschiebung der Lieferzeit bis nach Kriegsbeendigung. 121.
— Erfüllungsunmöglichkeit eines Liefervertrages als Kriegsfolge. 231.
— Wann verjähren die Ansprüche aus Maschinen-Mietverträgen? Von Eckstein. 51.
— Was versteht man unter Explosionsschäden bei Elektrizitätswerken? 121.
— Wer trägt die Gefahr für eine gekaufte, aber nicht gleich zu liefernde Maschine? 10.
Registrierapparat, siehe Meßgeräte.
Regulierung u. Regulierapparate, siehe Dynamos, Elektromotoren, Schalter und Widerstände.
Revolution, Rückblick. G. 500.
Röhren (s. a. Elektrizitätslehre. Funkentelegraphie und Röntgenstrahlen).
— Eine Braunsche Röhre mit Glühkathode. Nach C. Samson. 398.
Röntgenstrahlen (s. a. Medizin).
— Über eine neue Coolidge-Röntgenröhre und eine tragbare Röntgeneinrichtung. 202.
— Röntgenspektroskopie. Nach E. Wagner. 229.

Sachverständigenwesen (s. a. Ingenieure u. Architekten).
— Kriegszuschläge zur Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure. 88. 390.
Saitenelektroskop, siehe Meßgeräte.
Salpetersäure, siehe Chemie.
Salzgewinnung, siehe Chemie.
Schaltanlagen, neuere. Von H. Probst. 141*.
Schalter (s. a. Normalien).
— Ölschalterversuche. Von G. Stern und J. Biermanns. Brf. 91.
— Paketschalter. 201.
— Selbsttätige Drehstromanlasser der Voigt & Haeffner A.G. Von E. Pfiffner. Brf. 99.
— — Von W. Ernst. Brf. 99.
— Drehschalter „Schaco". 68.
— Selbsttätiger Spannungsunterbrecher. 230.
Schaulinien, siehe Kurven.
Scheinwerfer, für Kriegszwecke. Nach Hibben. 178.
— Die Bogenlampe des Sperry-Scheinwerfers. 388.
Schenkung für wissenschaftliche Zwecke 370.
— Stiftungen für die Wiener Technische Hochschule. 260.
Schiedsgerichtswesen, siehe Rechtspflege.
Schienen, siehe Bahnbau (Oberbau).
Schienenstoßverbindungen, siehe Bahnbau.

Schiffe (s. a. Funkentelegraphie).
— Der elektrische Antrieb zukünftiger amerikanischer Schlachtkreuzer. 80.
— Elektrischer Schiffsantrieb bei der amerikanischen Marine. 70.
— Das elektrische Fernlenk-Torpedoboot. 369.
Schlagwerkskrane, siehe Förderanlagen.
Schmelzsicherungen (s. a. Überspannung u. Normalien).
— Sachgemäße Instandsetzung durchgebrannter Sicherungsstöpsel. Von Ely. 403.
Schnellbahn, siehe Bahn.
Schulen, siehe Hochschulen.
Schützensteuerung im Straßenbahnbetriebe. Von R. Wolff. 365*.
Schutzerdung, siehe Erdung.
Schwachstromanlagen, rechtliche Beziehungen zu den Starkstromanlagen. Von R. Fischer. 213*.
— Kennzeichnung von Schwachstrom. Nach Drexler. 298.
Schwachstromtechnik, siehe Fernsprechen, Telegraphie, Funkentelegraphie, Signalwesen, Normalien, Gesetze.
Schweißen, siehe Werkstatt.
Schwingungen. Oszillierende Systeme, die durch Widerstände proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit gedämpft sind. Nach van Zandt. 398.
Seilbahnen, siehe Bahnen.
Selbstinduktion, siehe Elektrizitätslehre und Drosselspule.
Selbstverkäufer, siehe Elektrizitätszähler.
Selenzellen, Einfluß der Temperatur auf die Lichtempfindlichkeitskurven. Nach Dieterich. 387.
Sicherheitsvorschriften, siehe Normalien und Gesetze.
Sicherungen, siehe Schmelzsicherungen, Überspannung u. Signalwesen.
Signalwesen (s. a. Bahnen, Fernsprechen, Telegraphie, Feuermelder u. Funkentelegraphie).
— Unterwasserglocken- und funkentelegraphische Signaleinrichtung auf dem Fire-Island-Feuerschiff. 289.
— Selbsttätige Feuerlöscheinrichtung für Transformatoren und Ölschalterräume. Von K. Perlewitz. 209.
Sommerzeit (s. a. Elektrizitätswerksbetrieb), Wiedereinführung. 138.
Spannungsregulierung, siehe Dynamos, Elektrizitätswerksbetrieb u. Regulierung.
Spannungsunterbrecher, siehe Schalter.
Spannungswandler, siehe Transformator u. Meßgeräte.
Spinnfaser, Ersatzstoffe. 516.
Stahl. Invar und verwandte Nickelstähle. 189.
— Von Anschütz & Co. Brf. 251.
Standesfragen, siehe Hochschulen, Ingenieure u. Sachverständigenwesen.
Stangen, siehe Maste.
Starkstrom, Kennzeichnung von Starkstrom und Schwachstrom. Nach F. Drexler. 298.
Starkstromanlagen, siehe Elektrizitätswerke.
Starkstromtechnik, siehe Industrie.
Statistik (s. a. Bahnen, Brand, Elektrizitätswerke, Industrie, Fernsprechen, Funkentelegraphie, Telegraphie, Unfälle usw.).
— Die Statistik in der industriellen Unternehmung. Von A. Calmes. 421*.
Steuer (s. a. Elektrizitätswerksbetrieb, Rechtspflege u. Abt. AV).
— Umsatzsteuerpflicht der freien Berufe. 298. 349.
— Umsatzsteuergesetz und Lieferung elektrischer Arbeit. 218.
— Umsatzsteuer und Abwälzung. Von E. Hirschfeld. 508*.
— Kohlensteuer und Elektrizitätswirtschaft in Österreich. 177.
Steuerschalter u. Steuerwalzen, siehe Induktionsregler, Schalter u. Anlasser.
Steuerung, siehe Schalter, Schützensteuerung, Förderanlagen, Bahnbau u. Regulierung.

Stickstoff, siehe Elektrochemie.
Stiftung, siehe Schenkung.
Störungen, siehe Elektrizitätswerksbau, Fernsprechen, Telegraphie, Funkentelegraphie, Leitungen, Bahnbau, Unfall, Rechtspflege u. Brand.
Strahlen, siehe Elektrizitätslehre, Röntgenstrahlen u. Medizin.
Strahlung, siehe Beleuchtung.
Straßenbahn(wagen), siehe Bahn(bau) u. Rechtspflege.
Straßenbeleuchtung, siehe Beleuchtung.
Streuströme, siehe Erdströme.
Streuung, siehe Elektromotoren, Dynamos u. Transformatoren.
Stromabnehmer, siehe Bahnbau.
Strompreis, siehe Elektrizitätswerksbetrieb (Tarife).
Stromwandler, siehe Transformator, Meßgeräte u. Überspannung.

Talsperre, siehe Elektrizitätswerke und Wasserkräfte.
Tarife u. Tarifapparate, siehe Elektrizitätswerksbetrieb, Elektrizitätszähler, Schalter, Fernsprechen, Bahnbau u. Abt. AV.
Taschenlampe, siehe Beleuchtungskörper.
Tauchsieder, siehe Heizapparate.
Technikerfragen, siehe Ingenieure, Hochschulen, Verwaltung, Sachverständigenwesen.
Telegraphenwesen (s. a. Signale, Feuermelder, Funkentelegraphie, Leitungen, Störung, Rechtspflege).
— Einfachübertragungen in Telegraphenleitungen für den Hughes-Betrieb. Nach Zelisko. 388.
— Streifenwickelvorrichtung für Schnelltelegraphen. Nach Kruckow. 517.
— Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons Heberschreiber. Nach Schmidt. 238.
— Das neue Haupt-Telegraphenamt in Berlin. Nach Giesecke. 8.
— Verbindungshülse für Eisendrähte. 369.
— Die Nachrichtentruppe. 17.
— Telegraph und Fernsprecher in den englischen Kolonien. Nach Weightman. 358.
— Neuerungen im Bau von Fernsprech-Fernlinien in Frankreich. 288.
— Die russischen Ostseekabel. 277.
— Regierungskontrolle über die amerikanischen Telegraphen- und Fernsprechgesellschaften. 428.
Telephon, siehe Fernsprechen u. Meßgeräte.
Telephonie ohne Draht, siehe Funkentelegraphie.
Thermophon, siehe Meßgeräte.
Toleranzen, siehe Werkstatt.
Torsiograph, siehe Meßgeräte.
Transformatoren (s. a. Drosselspulen, Meßgeräte u. Normalien).
— Über einen neuen Hochspannungstransformator nach Dessauer für sehr hohe Spannungen. Von E. Welter. 373*. 383*.
— Über einen neuen Hochspannungstransformator. Nach Fr. Dessauer. 459. 513.
— Eigenartige Schaltungsmöglichkeiten von Transformatoren. Von M. Vidmar. 281*. 295*. Brf. 179.
— — Von A. Hundt. Brf. 179.
— Das Verhalten des nach Y/Y geschalteten Kerntransformators bei einspuliger Last und bei Defekt. Von R. Bauch. 245*. 256*.
— Ergänzung der Erwärmungsvorschriften. Nach W. Rogowski. 498.
— Die Kurzschlußspannung von Drehstromtransformatoren in Zickzackschaltung. Von F. Kade. 513*.
— Die Mehrphasenkonsonanz (Zur Theorie der statischen Frequenzumwandler). Von D. Korda. 486*.
— Der Wechselstromtransformator im Bahnbetrieb. Nach W. Kummer. 57. Brf. 211.
— — M. Vidmar. Brf. 211.
— — M. Korndörffer. Brf. 211.
— Theorie und Konstruktion der Transformatorendiagramme. Nach A. Bolliger. 127.

Digitized by Google

Transformatoren.
— Wirkung des Barometerstandes auf die Übertemperatur von Öltransformatoren. Nach Montsinger. 408.
— Klingeltransformatoren und ihre Tariffrage beim Anschluß an Elektrizitätswerke. Nach Wirz. 307.
Triebwagen, siehe Bahnbetrieb u. Automobile.
Trocknungsanlagen in Verbindung mit Elektrizitätswerken. 120.
Turbinen, siehe Dampf- u. Wasserturbinen.
Turbodynamo, siehe Dynamo und Dampfturbinen.

Übergangswirtschaft, siehe Abt. A V.
Überlandzentralen, siehe Elektrizitätswerke.
Überspannung u. Überspannungssicherung (s. a. Blitzableiter).
— Rechnerische und experimentelle Untersuchung der Einwirkung von Wanderwellenschwingungen auf Transformatorenwicklungen. Nach O. Böhm. 146.
— Unterdrückung des aussetzenden Erdschlusses durch Nullwiderstände und Funkenableiter. Von W. Petersen. 341*.
— Schutzwert eiserner und überbrückter Drosselspulen. Nach Pfiffner. 468.
Überwachungswesen, siehe Sachverständigenwesen, Unfälle, Arbeiterfragen, Institute, Prüfämter, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Materialkunde.
Umformer, siehe Dynamos u. Gleichrichter.
Umsatzsteuer, siehe Steuer.
Unfälle (s. a. Brand, Gas, Rechtspflege, Störungen u. Medizin).
— Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage. Von H. Boruttau. 81*. 94*. 130. 139. 396*. B. f. 491.
— — Von S. Jellinek. 221*. 396*.
— Unfälle in den elektrischen Betrieben Oberschlesiens. 399.
— Verletzung eines Bureauangestellten durch Herabfallen des Gegengewichts einer elektrischen Lampe. 370.
— Strafrechtliche Folgen der Verletzung einer Telephonistin durch übermäßiges Drehen der Kurbel. 151.
— Was versteht man unter Explosionsschäden bei Elektrizitätswerken? 121.
— Bruch einer Dampfmaschine durch schlechtes Schmieröl. 59.
Untergrundbahnen, siehe Bahnen.
Unternehmungen, öffentliche, Entwicklung in der Gegenwart. Nach Pohle. 430.
Unterricht, siehe Hochschulen u. Vorträge.
Unterwerke, siehe Elektrizitätswerksbau.

Vagabundierende Ströme, siehe Erdstrom und Störungen.
Vereine, siehe u. Abt. A III.
Vergütungszähler, siehe Elektrizitätszähler.
Verträge, siehe Elektrizitätswerksbetrieb, Rechtspflege usw.
Verwaltung. Die Besetzung leitender Stellen. Von R. Weyrauch. 186*.
— Vereinigung der technischen und kaufmännischen Verwaltung bei einem Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk, einschließlich Installationswerk für Gas und Wasser. 430.
Voltmeter, siehe Meßgeräte.
Vorschriften, siehe Normalien.
Vorträge (s. a. Hochschulen).
— Kursus über Berufsberatung. 370.
— Elektrotechnische Vorträge in Hannover. 419.
— Vorlesungen über Meßmethoden der Röntgentechnik. 390.

Wagenausrüstung, siehe Bahnanlagen.
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Lösung einiger Probleme von Bedeutung für die selbsttätigen Fernsprechämter. Von A. K. Erlang. 504*.
— Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Bestimmung der Wählerzahl in automatischen Fernsprechämtern. Von T. Engset. 304*.
Warenpreise, siehe Abt. A V.
Warenumsatzstempel, siehe Steuer, Rechtspflege und Abt. A V.
Wärmeerzeugung, siehe Heizapparate.
Wasserkräfte (s. a. Elektrizitätswerke, Rechtspflege u. Gesetz).
— Ausbau der Wasserkräfte in Österreich. Nach Baumfeldt. 230.
— Die Ausnutzung der Wasserkräfte zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen in Österreich. 96.
— Die Tata-Wasserkraftanlage in Indien. 129.
— Wasserkraftanlagen für Marokko. 129.
— Saale-Talsperre. 478.
Wegegesetz, siehe Gesetz, Normalien, Leitungen, Rechtspflege u. Vereinsnachrichten. (V.D.E.)
Wellen, siehe Funkentelegraphie, Strahlen, Schwingungen, Überspannung.
Wellenanzeiger, siehe Funkentelegraphie u. Meßgeräte.
Wendepole, siehe Elektromotoren und Dynamos.
Werkstatt u. Werkzeuge (s. a. Maschinenantrieb, Öfen, Hüttenwesen).
— Über Toleranzen. Nach W. Kühn. 518.
— Elektrische Schweißung bei der Ausbesserung von Schiffsmaschinen. Nacq Jesson. 399.
— Das elektrische Schweißen im Schiffbau. 490.
— Massenherstellung von Kleinradiostationen. Von E. Nesper. 441*.
— Die Arbeitstherapie von Kriegsbeschädigten. Von Beckmann. 377.
— Kriegsblinde in der Werkstatt. Nach P. H Perls. 390.
Wicklungen, siehe Meßgeräte, Dynamos, Elektromotoren, Elektromagnete. Transformatoren.
Wicklungsschema, siehe Dynamo.
Widerstand, siehe Leitungen, Regulierapparate, Elektrizitätslehre, Meßgeräte.
Wiederbelebung, siehe Unfälle, Medizin,
Wissenschaft, siehe Hochschulwesen.
Wolframlampen, siehe Glühlampen.

Zähler, siehe Elektrizitätszähler.
Zeitschriften, neue, siehe Abt. A III.
Zivilingenieure, siehe Sachverständigenwesen und Ingenieure.
Zolltarife, siehe Abt. A IV (Außenhandel).
Zugbeleuchtung, siehe Beleuchtung.

II. Persönliches.

Auszeichnungen. 10. 19. 51. 191. 239. 251. 279. 319. 340. 420.
Nobelpreis. 519.
Hochschulnachrichten. 10. 31. 60. 80. 99. 122. 140. 151 171. 203. 270. 279. 331. 340. 350. 360. 399. 419. 450. 471. 479.
Im Kriege gefallen. 19. 122 270 291. 331.
Kriegsauszeichnungen. 19. 59. 80. 99. 122. 159. 270. 291. 331.
Verstorbene Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins. 90.
Verstorbene Mitglieder des V. D. E. 330.
Im Kriege gefallene Mitglieder des V.D.E. 253.

Behrend, W. 379.
Bertelsmeier. 360.
Birrenbach. 431.
Bissinger, H. †. 151.
Blackwell, R. W. †. 350.
Bloch, O. †. 10.
du Bois, H. E. J. G. †. 10. 511.
Braun, F. †. 296.
Budde, E. 240.
Busak, A. 110.

Deprez, M. †. 511.
Dettmar, G. 240.
Duddel, W. †. 10.

Eiler, K. †. 511.

Feddersen, B. W. †. 319.

Gaa, C. 420.
Gießen. †. 439.
Grünbaum, F. †. 279.

Hagen, E. 399.
Hamburger F. †. 479.
Hegewald, A. 511.
Helm, Fr. 439.
Hencke, F. 140.
Hintze, A. 511.

Iffland, K. †. 479.

Jakobovits, D. 159.
Jüdel, P. †. 159.

Klingenberg, G. 240. 331.
Kyser, H. 499.

Lampe, E. †. 379.
Linke, W. †. 399. 430.

Meyer, D. 220.
Meyer, G. W. 499.
Mohr, Ch. O. †. 419.
von Moellendorff. W. 140.

zur Nieden. 60.

Oellers. †. 279.
Otto, K. 270.

Pauli. 279.
Planck, M. 204.
Puluj, J. †. 91.

Raps, A. 279.
Rudeloff, M. 511.

Schaller, O. 392.
Schirp, P. 231.
Schulze, W. 279.
Schomburg, H. †. 340.
Schönherr, B. †. 450.
Senckler, R. †. 450.
von Siemens, A. †. 191. 219.
Simons, K. †. 491.
Spitzfaden. 51.
Stork. A. 179.
Strohfeldt, Th. †. 31.

Thomälen, H. †. 270.
Tissot, C. †. 140.
Toews. 392. 411.

Vollmer, K. 251.

Wagener, R. 179.
Wehr, L. 191.
Wichmann, O. 203. 220.

Zschockelt, O. †. 159.

III. Literatur.

Eingänge, Bücher, Dissertationen, Sonderdrucke usw. 20. 31. 40. 72. 92. 99. 112. 124. 131. 140. 152. 172. 179. 191. 204. 220. 232. 240. 252. 272. 280. 292. 300. 312. 320. 331. 340. 351. 360. 371. 380. 392. 412. 420. 432. 440. 451. 460. 480. 491. 499. 511. 520.
Neue Zeitschriften. Deutsche Export-Revue. 32.
— Die Ostsee. 179.
— Fortschritte der Technik. 232.
— Mitteilungen der Brennkrafttechnischen Gesellschaft e. V. 432.
— Mitteilungen des deutsch-amerikanischen Wirtschaftsverbandes e. V. 420.

Albrecht, R., Die Akkumulatoren für Elektrizität. Von E. Sieg. 439.
Aschoff, L., Form und Endziel einer allgemeinen Versorgung mit Elektrizität. Von Thierbach. 351.
Askenasy, P., Einführung in die technische Elektrochemie. Von K. Arndt. 351.
Aumund, H., Hebe- und Förderanlagen. Bd. I. Von Heinel. 411

Bach, C., Elastizität und Festigkeit. Von Winkel. 451.
Bauer, H., Physik der Röntgenologie. Von Byk. 131.
Blum, R., Die Rechtskunde des Ingenieurs. Von Cantor. 252.
Böckel, Fr., Wirkungen des Krieges auf Rechtsverhältnisse der Elektrizitäts- und Gaswerke. Von Richter. 439.
Bode, Fr., Lehrbuch zur Vorbereitung für die Ablegung der Gehilfen- und Meisterprüfung im elektrotechnischen Installationsgewerbe. Von Epstein. 519.
Bork, F., siehe Siegerist, M.

Calmes, A., Der Fabrikbetrieb. Von E. Toussaint. 171.
Cohn, E., Physikalisches über Raum und Zeit. Von U. Meyer. 519.

Danneel, H., Elektrochemie. Bd. 1. Von K. Arndt. 292.
Friedrich, G., Die staatliche Elektrizitätsversorgung im Königreich Sachsen. Von H. Aumann. 491.
Fritsche, R. A., Entbehrliche Fremdwörter des Elektrotechnikers im dienstlichen und außerdienstlichen Verkehr. 432.

Galland, L., Deutscher Telegrammschlüssel für die Technische Industrie. Von Zehme. 240.
Giese, Tarifvorschläge für Nahverkehrsmittel. Von A. Przygode. 29.
Gilbreth, F. B., siehe Ross, C.
Griesbeck, L., Der Fernleitungsbau. Von A. Vaupel. 91.
Grosse, O., 40 Jahre Fernsprecher. Stephan — Siemens — Rathenau. Von Strecker. 251.
Grünbaum, F. und Lindt, R., Das Physikalische Praktikum des Nichtphysikers. Von P. Gehne. 311.
Günther, H. und Schoop, M. U., Das Schoopsche Metallspritzverfahren, seine Entwicklung und Anwendung, nebst einem Überblick über seine Stellung zu den übrigen Metallisierungsmethoden und einem Abriß seiner Patentgeschichte. Von K. Arndt. 280.

Hallinger, J., Zwei deutsche Großkraftquellen, deren Erschließung nach den Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit und des kleinsten Aufwandes. I. Teil: Der Rhein. Von Mattern. 203.
Hartmann, R., Das Reichs-Elektrizitätsmonopol. Von E. Müllendorff. 52.
Heim, C., Die Akkumulatoren für stationäre elektrische Anlagen. Von Straßer. 371.
Holborn, L., siehe Kohlrausch, F.

Jaeger, W., Elektrische Meßtechnik. Von U. Meyer. 112.
Jöhlinger, O., Der britische Wirtschaftskrieg und seine Methoden. Von J. Mendel. 400.
Jung, A., Die staatliche Elektrizitäts-Großversorgung Deutschlands. Von H. Aumann. 152.
Jurthe, E. und Mietzschke, O., Handbuch der Fräserei. Von P. Perls. 312.

Koch, W., Handelskrieg und Wirtschaftsexpansion. 11.
Kohlrausch, F. und Holborn, L., Das Leitvermögen der Elektrolyte, insbesondere der wässrigen Lösungen. Methoden, Resultate und chemische Anwendungen. Von K. Arndt. 20.
Koppe, F. und Varnhagen, P., Das neue Gesetz über Sicherung der Kriegssteuer vom 9. IV. 1917 und das neue Gesetz über die Erhebung eines Zuschlages zur Kriegssteuer vom 9. IV. 1917. Von Cantor. 511.
Kühn, W., Über Toleranzen. 518.

Lindt, R., siehe Grünbaum, F.
Löffler, St. und Riedler, A., Ölmaschinen. Von K. Evers. 11.

Matschoß, C., Die Bedeutung der Persönlichkeit für die industrielle Entwicklung. Von C. Weihe. 379.
— Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Bd. 7. Von C. Heim. 451.
Mehmke, R., Leitfaden zum graphischen Rechnen. Von L. Lichtenstein. 160.
Mietzschke, O., siehe Jurthe, E.
Mintz, M., Die Kriegsgesetze über den gewerblichen Rechtsschutz im In- und Auslande. Von Cantor. 220.
Morgner, F. O., Die Heizerschule. Von Zehme. 511.
Muthesius, H., Handarbeit und Massenerzeugnis. Von C. Weihe. 379.

Neukamp, E., Die Ausschaltung unseres Handels durch das Kriegswirtschaftrecht — eine nationale Gefahr. Von F. Meißner. 420.

Ohlsberg, O., Handbuch für Funkentelegraphisten. Von C. Reipert. 212.
Ostwald, W. und Drucker, C., Handbuch der allgemeinen Chemie. Bd. 2: Die Edelgase. Von U. Meyer. 351.

Pohl, H., Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Von P. Silberbach. 10.
Pöschl, Th., Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. Von Everling. 31.

Ramsay, W. und Rudorf, G., Die Edelgase. Von U. Meyer. 351.

Digitized by Google

Rathenau, W., Vom Aktienwesen. Von F. Meißner. 440.

Rein, H. (K. Wirtz), Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. Von L. Kühn. 71.

Ried, M., Gegenwart und Zukunft der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland und Österreich. Von R. Fischer. 39.

Riedler, A., siehe Löffler, St.

Ritter, E., Die öffentliche Elektrizitätsversorgung in Deutschland. Von Thierbach. 231

Ross, C. (F. B. Gilbreth), Das A B C der wissenschaftlichen Betriebsführung. Von Gieseking. 123.

Rudorf, G., siehe Ramsay, W.

Ruß, E. F., Die Elektrostahlöfen. Von V. Engelhardt. 471.

Schmidt, J., Elektrizitätszähler, Zähler-Prüfung und Zähler-Eicheinrichtungen. I. Teil. Von J. Busch. 291.

Schoop, M. U., siehe Günther, H.

Schreiber, H., Das Elektrizitätsphänomen in seinen rechtlich-wirtschaftlichen Besonderheiten. Von Cantor. 20.

Schüle, W., Technische Thermodynamik. Von Max Jakob. 411.

— Leitfaden der technischen Wärmemechanik. Von M. Jakob. 499.

Seufert, F., Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von F. Langen. 152.

Siegerist, M. und Bork, F., Die moderne Vorkalkulation in Maschinenfabriken. Von E. Toussaint. 60.

Stiel, W., Theorie des Riementriebs. Von G. Duffing. 479.

Swierstra, R., Werktuigkunde voor den Electrotechnicus. Von Arjes. 471.

Thomälen, A., Zur Geschichte der Dynamomaschine. Von C. Heim. 299.

Usener, H., Der Kreisel als Richtungsweiser. Seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften. Von W. Hort. 220.

Wertheimer, L., Das Vertrags-Kriegsrecht des In- und Auslandes. Von Cantor. 331.

Winkelmann, W., Das Fernsprechwesen. Von A. Kruckow. 99.

Wirth, H., Der elektrische Pflug auf der Herrschaft Detenitz der landwirtschaftlichen Überlandzentrale Liban. Von Schmidt. 31.

Wirtz, K., siehe Rein, H.

Wittenbauer, F., Aufgaben aus der technischen Mechanik. Bd. 3. Von S. Finsterwalder. 460.

Wolf, W., Beiträge zur praktischen Ausführung von Ankerwicklungen. Von L. Schüler. 459.

Zipp, H., Handbuch der elektrischen Hochspannungstechnik. Von W. Petersen. 319.

IV. Vereinsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(S. a. Abschnitt A I unter Normalien.)

Kommissionen.

Draht- und Kabel-Kommission:

— Normalien für Leitungen mit imprägnierter Papierisolierung. 260.

— Bestimmungen für die bruchsichere Führung von Starkstromleitungen oberhalb von Reichs-Telegraphen- und Fernsprechleitungen. 179.

Kommissionen für Installationsmaterial- und Schaltapparate:

— Normalien für Anschlußbolzen. 239.

— Änderungen. 318.

Kommission für Installationsmaterial:

— (Änderungen). 159.

Maschinennormalien-Kommission:

— Normalien f. d. Verwendung von Ersatzmaterialien bei Maschinen u. Transformatoren. 190.

— Änderungen in den Angaben über Ersatzausführung der Maschinen und Transformatoren. 267.

Zählerkommission:

— Ersatzmetall. 71.

Verschiedenes.

Jahresversammlung. 151. 159. 170. 179. 190.

— Bericht. 241. 308. 318. 329. 338. 349.

Die 25-jährige Wiederkehr des Gründungstages des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Von G. Dettmar. 33*.

Festschrift zur Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. 299. 390.

Normenausschuß der Deutschen Industrie. 52. 179.

Einladung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft. 129.

Ausnahmebestimmungen während des Krieges. 450. 493.

Jahrbuch der Elektrotechnik. 499.

Stellenvermittelung. 498.

Weitere zum Verbande Deutscher Elektrotechniker gehörende Vereine.

Elektrotechnische Gesellschaft zu Frankfurt a. M. Sitz.-Ber. v. 10. X. 1917: Vortrag Pohle über die Entwicklung der öffentlichen Unternehmung in der Gegenwart. 430.

— Sitz.-Ber. vom 15. V. 1918: Vortrag Dessauer über einen neuen Hochspannungstransformator. 459.

— Sitz.-Ber. v. 18. IV. 1918: Vortrag. Deguisne: Wechselstrommessungen mit dem Vibrationsgalvanometer. 411.

Elektrotechnischer Verein.

Einladungen zu Sitzungen. 39. 80. 121. 159 211. 419. 470.

Sitzungsberichte:
23. X. 1917. 98.
27. XI. 1917. 390.
18. XII. 1917. 30. [510.
29. I. 1918 (Jahresversammlung). 89.
26. II. 1918. 121. 268. 377. 390.
26. III. 1918. 170. 410.
23. IV. 1918. 191. 349.
28. V. 1918. 268.
22. X. 1918. 471. 518.
26. XI. 1918. 510.

Vorträge: G. Dettmar, Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs elektrischer Arbeit. 73*. 98.

— H. Boruttau, Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage. 81*. 94*. 130. 139.

— S. Ruppel, der Blitzableiter im Plan des Gebäudes. 324*. 333*. 349.

— E. Börnstein, Probleme der rationellen Steinkohlenverwertung (Diskussion). 268.

— A. Korn, Mechanische Vorstellungen über die elektromagnetischen Erscheinungen. 363*. 375*. 390.

— P. H. Perls, Kriegsblinde in der Werkstatt. 390.

— Beckmann, Die Arbeitstherapie von Kriegsbeschädigten. 377.

— Schering: Vorführung eines neuen Vibrationsgalvanometers. 410.

— Rüdenberg, Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme. 483*. 493*. 501*. 510.

Fremde Vereine und Verbände.

(s. a. Abt. A V).

Bayerischer Revisions-Verein. 359.

Bund Technischer Berufsstände. 510.

Brennkrafttechnische Gesellschaft. 70. 348.

Deutsch-Mexikanische Gesellschaft. 389.

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft. 59. 360.

— Sitz.-Ber. v. 15. IX. 1917. 196*. 207*.

Elektrogroßhändler-Vereinigung Deutschlands. 360.

Gesellschaft für Warenkunde. 52.

Reichsausschuß der Akademischen Berufsstände. 510.

Röntgen-Vereinigung zu Berlin. 19.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. 138.

Verband der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland. 267.

Verband der Elektrizitätswerke Mittelböhmens. 230.

Verband deutscher Blitzableiterfirmen. 129.

Verband ungarischer Elektrizitätswerke. 59.

Verband Württembergischer Stromabnehmer. 377.

Verein Deutscher Ingenieure. 419.

Verein Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen. 470.

Vereinigung der Elektrizitätswerke. 203.

Vereinigung privater Elektrizitätswerke. 79.

Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie (von P. Meyer). 137.

V. Wirtschaftliches und Geschäftliches.

(Außer den Mitteilungen des Handelsteils sind hier auch solche einschlägiger Art aus dem allgemeinen Teil der Zeitschrift aufgeführt. Vgl. auch Abt. A I.)

Aktiengesellschaften, Finanzielle Ergebnisse der Maschinenindustrie i. J. 1915. Nach E. Werner. 192.

— desgl. i. J. 1916. 492.

Arbeitsmarkt. 1917: Nov. 40. Dez. 112. 1918: Jan. 124. Febr. 160. März 212. April 272. Mai 300. Juni 340. Juli 380. Aug. 420. Sept. 480.

Außenhandel. Die elektrotechnische Ausfuhr nach dem Kriege. 372.

— Großbritannien. Sept. 1917. 32. Okt. 1917. 92. Nov. 1918. 112.

— — Englands Eindringen in die spanische Elektrizitätsindustrie. 272.

— Japan. 20.

— Norwegen, Aus- und Durchfuhrverbote. 292.

— Rußland, Die künftigen Absatzmöglichkeiten elektrotechnischer Erzeugnisse. 392.

— — Das deutsch-russische Zollabkommen. 180.

— Schweiz. 420.

— — Der schweizerische Spezialhandel mit elektrotechnischen Erzeugnissen i. J. 1917. 352.

— Vereinigte Staaten von Amerika. Die Ausfuhr der amerikanischen Elektroindustrie. 112.

— — Außenhandel 1913 bis 1917. 320.

— — Außenhandel im März 1918. 412.

— — desgl. 1913/18. 500.

Ausfuhr, s. Außenhandel.

Ausfuhrbewilligungen von galvanischen Elementen und Taschenlampen, Zentralstelle. 480.

Bogenlampenkohlen, Eisenbahnbeförderung. 12.

Börse s. Kurs.

Brennstofferzeugung in den Vereinigten Staaten. 140.

Dänemark. Produktionserhebungen in der dänischen Industrie. 332.

Elektrizitätslieferung. 80. 112. 252.

Elektrizitätszähler, Lieferungsbedingungen. 152.

Elektrogroßhändler, Forderungen. 360.

Elektroindustrie. Frankreich, Verschmelzung. 80.

— Großbritannien. 320. 472.

— Italien, Verschmelzung. 372.

— Japan. 12. 20. 420

— Norwegen (1917). 440.

— Schweden, Interessenverband. 400.

— Schweiz, ausländisches Kapital. 100.

— Spanien. 272.

— Vereinigte Staaten. 400.

— Deutschland und die lateinischen Staaten von Amerika. 132.

England. Die Neuorganisation des englischen Board of Trade. 288.

Firmenverzeichnis.

– *Deutschland.*

— — Neue Firmen, Umwandlungen, Filialgründungen u. dergl. 12. 32. 60. 100. 112. 152. 160. 180. 192. 204. 212. 220. 232. 252. 260. 272 280. 292. 300. 312. 320. 332. 340. 352. 360. 372. 380. 400. 412. 420. 432. 452. 472. 492.

— — Neue Genossenschaften. 20. 32. 40. 60. 72. 92. 100. 112. 132. 140. 152. 192. 204. 220. 232. 252. 260. 272. 280. 292. 300. 312. 320. 332. 340. 352. 360. 372. 380. 400. 420. 432. 440. 452. 460. 480. 492.

— — Änderungen in der Verwaltung. 12. 40. 112. 172. 212. 220. 252. 260. 280. 332. 412. 432. 452. 472.

Firmenverzeichnis.

— — Kapitalsänderungen. 12. 20. 32. 40. 60. 72. 92. 100. 124. 132. 140. 192. 212. 220. 252. 260. 272. 332. 352. 372. 380. 400. 420.

— — Auflösungen. 32. 160. 192. 232. 252. 260. 280. 332. 372. 400. 452.

— — Löschungen. 100. 192. 204. 260. 272. 300. 372.

– *Ausland.*

— — Belgien. 460.

— — China. 300. 400. 432.

— — Dänemark. 92.

— — Frankreich. 80.

— — Italien. 40. 180. 352. 380. 400. 432.

— — Niederlande. 332. 460.

— — Norwegen. 32. 132. 372. 380. 440.

— — Österreich-Ungarn. 12. 40. 60. 100. 124. 180. 204. 252. 272.

— — Schweden. 204. 252. 412. 432. 460. 480.

— — Schweiz. 72. 112. 132. 252. 260. 360. 372. 432. 440. 460. 480.

— — Spanien. 372. 432.

— — Türkei. 140. 152. 204.

— — Ver. Staaten von Amerika. 12.

Fracht. Eisenbahnbeförderung von Bogenlampenkohlen. 12.

Handelskrieg, siehe Krieg.

Industrie (s. a. Elektroindustrie).

— Finanzielle Ergebnisse der deutschen Maschinenbau-Aktiengesellschaften i. J. 1915. Nach E. Werner. 192.

— — desgl. i. J. 1916. 492.

— Produktionserhebungen in der dänischen Industrie. 332.

Jubiläum. Frankl & Kirchner, Mannheim. 292.

— Scheiber & Kwaysser, Wien. 480.

Kohlenförderung in den Vereinigten Staaten. 140.

Krieg und Kriegszeiten. Aus- und Durchfuhrverbote. 52.

— Handelskrieg und Wirtschaftsexpansion. Nach W. Koch. 11.

— Die neue Kriegsanleihe. 132.

— Ergebnis der 9. Kriegsanleihe. 520.

— Annahme der Kriegsanleihe an Zahlungsstatt. 138.

— Verkehr mit Treibriemen. 60.

— Die Valuta im Kriege. 452.

Kurse österreichischer Elektrizitätswerte. 92.

— Börsenkurse einiger Elektrizitätswerte. 492.

Maschinen, Garantien für elektrische. 60.

Maschinenindustrie, siehe Industrie.

Preiserhöhungen, siehe Warenerzeugung.

Revolution, Rückblick. 500.

Rumänien, Deutsch-rumänisches Zollabkommen. 312.

Schweden, Zusammenschluß von Telephongesellschaften. 252. 292.

Sozialisierungsfragen. 520.

Sparmetalle für Friedenszwecke. 490.

— Verbrauch der für Kriegszwecke zugewiesenen Sparmetallmengen zu Friedenszwecken. 412.

Statistik in der industriellen Unternehmung. Von A. Calmes. 421*.

Taschenlampen, Zentralstelle für Ausfuhrbewilligungen. 480.

Treibriemen, Verkehr mit. 60.

Übergangswirtschaft. 500. 512. 520.

— Dringende wirtschaftliche Notwendigkeiten. 512.

Umsatzsteuer (s. a. Rechtspflege) und Abwälzung. Von E. Hirschfeld. 508*.

Unternehmung, öffentliche, Entwicklung in der Gegenwart. Nach Pohle. 430.

Valuta im Kriege. 452.

Vereinigungen wirtschaftlicher Natur.

— Elektrogroßhändler-Vereinigung Deutschlands e. V. 360.

— Gesellschaft für Warenkunde. 52.

— Reichsverband der österreichischen Industrie. 92.

— Verband der Deutschen Beleuchtungskörper-Fabrikanten zur Wahrung gemeinsamer Interessen e. V., Charlottenburg. 60.

— Vereinigung Deutscher Starkstromkabelfabrikanten. 12. 240.

— Verkaufsstelle vereinigter Fabrikanten isolierter Leitungsdrähte. 12.

— Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie. 137.

Verkehrswesen. Verschmelzung der Hamburger Verkehrsgesellschaften. 80.

Digitized by Google

Warenerzeugung u. Warenmarkt.
— Aluminium. 352.
— Baumwolle, Preissteigerung. 160.
— Sparmetalle für Friedenszwecke. 490.
— Lieferungsbedingungen für Elektrizitätszähler. 152.
— Preiserhöhungen in der Elektrotechnik. 240.
— Preiserhöhungen in der österreichisch-ungarischen Elektrizitätsindustrie. 92. 220. 352.
— Metallpreise an der Londoner Börse. 32. 80. 172. 204. 232. 300. 320. 400. 480.

Zollabkommen Deutschland—Rumänien. 312.
— Deutschland—Rußland. 180.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen sowie verschiedene Nachrichten von Firmen.

Dividenden. 20. 32. 40. 124. 140. 172. 192. 220. 232. 240. 252. 260. 360. 412. 420. 440. 492.

Accumulatoren-Fabrik A. G., Berlin-Hagen i. W. 292.
A. G. für Elektricitäts-Anlagen, Berlin. 72.
A. G. für Elektrizitätsindustrie, Hamburg. 452.
A. G. für Gas-, Wasser- und Elektrizitätsanlagen, Berlin. 440.
Allgemeine Deutsche Kleinbahn-Gesellschaft A. G., Berlin. 280.
Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, 372. 512.
— A. E. G. in Polen. 452.
— — in der Ukraine. 472.
A. E. G.-Schnellbahn A. G., Berlin. 240.
A. E. G. Union Elektrizitäts-Gesellschaft, Wien. 332.
A. E. G.-Unternehmungen A. G., Berlin. 32.
Allgemeine Gas- und Elektricitäts-Gesellschaft, Bremen. 160.
Allgemeine Lokal- und Straßenbahn-Gesellschaft, Berlin. 260.
Altenburger Land-Kraftwerke A. G., Altenburg S.-A. 124.
Aluminium-Industrie-A. G., Neuhausen. 240.
Amperwerke Elektricitäts-Gesellschaft, München. 12.

Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich. 60.
Bayerische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A. G., Bayreuth. 352.
Bayerische Überlandzentrale A. G., Ibenthann (Oberpfalz). 460.
Berliner Elektricitäts-Werke, Berlin. 500.
Bernische Kraftwerke A. G., Bern. 372.
Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G., Berlin. 204.
Robert Bosch A. G., Stuttgart. 232.
Braunschweig-Hannoversche Überlandzentrale A. G., Berlin. 312.
Bremerhavener Straßenbahn, Bremerhaven. 280.
Brown Boveri & Cie. A. G., Baden. 412.
— desgl. Mannheim. 432.

„Columbus", A. G. für elektrische Unternehmungen, Glarus. 292.
Comp. Française Thomson-Houston. 80.
Concordia Elektrizitäts-A. G., Düsseldorf. 440.
Consortium für elektrochemische Industrie, G. m. b. H., München. 400.
Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Nürnberg. 332.
Crefelder Straßenbahn A. G., Crefeld. 440.

Danziger Elektrische Straßenbahn A. G., Danzig. 260.
Deutsch Atlantische Telegraphengesellschaft, Cöln. 20. 360.
Deutsch-Südamerikanische Telegraphengesellschaft A. G., Cöln. 360.
Deutsch-Niederländische Telegraphen-Gesellschaft A. G., Cöln. 360.
Deutsche Kabelwerke A. G., Berlin-Lichtenberg. 260.

Elbtalzentrale A. G., Pirna. 300.
Elektra, A. G., Dresden. 340.
Elektrische Glühlampenfabrik Watt A. G. 60.
Elektrische Kraftversorgung A. G., Mannheim. 132.
Elektrische Licht- und Kraftanlagen A. G., Berlin. 20.
Elektrische Überlandzentrale Weferlingen u. Umgegend, e. G. m. b. H. 72.
Elektrizitäts-A. G. vorm. Kolben & Co. in Prag. 212.
Elektrizitäts-A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M. 432.
Elektricitäts-A. G. vorm. Hermann Pöge, Chemnitz. 20.
Elektrizitäts-A. G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg. 32.
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin. 260.
Elektrizitätsverband Gröba. 420.
Elektrizitätswerk Altenburg. 72.
Elektrizitätswerk Bielefeld. 80. 412.
Elektrizitätswerke Budapest. 432.
Elektrizitätswerk Cöln. 160.
Elektrizitätswerk Eisenach. 260.
Elektrizitätswerk Fulda A. G. 280.
Elektrizitätswerk der Stadt Herne. 160.
Elektrizitätswerk Homburg v. d. Höhe. A. G. 440.
Elektrizitätswerk und Straßenbahn Königsberg A. G. 272.
Elektrizitätswerk Lonza A. G., Basel. 112.
Elektrizitätswerk Ludwigshafen a. Rh. 300.
Elektrizitätswerk und Straßenbahn der Stadt Meißen. 400.
Elektrizitätswerke, Staatliche, des Königreichs Sachsen. 480.
Elektrizitätswerk Schlesien A. G., Breslau. 440.
Elektricitätswerk Südwest A. G., Berlin-Schöneberg. 380.
Elektrizitätswerk (städt.) Berlin-Steglitz. 72.
Elektrizitätswerk Straßburg i. E. 300.
Elektrizitätswerk und Straßenbahn Tilsit A. G., Tilsit. 440.
Elektricitätswerk Westfalen A. G., Bochum. 72.
Elektrotechnische Fabrik Neheim, G. m. b. H., Neheim, Kr. Arnsberg. 92.
Elektrotechnische Fabrik Rheydt Max Schorch & Co. A. G., Rheydt. 412.
Elsässische Kraftwerke A. G., Schlettstadt i. E. 12.
Erfurter Elektrische Straßenbahn. 260.

Fabrik isolierter Drähte zu elektrischen Zwecken (vorm. C. J. Vogel. Telegraphendraht-Fabrik) A. G., Berlin. 260.
Faradit-Isolierrohrwerke Max Haas A. G., Reichenhain b. Chemnitz. 204.
Felten & Guilleaume Carlswerk A. G., Cöln-Mülheim. 340.
Felten & Guilleaume, Fabrik elektr. Kabel. Stahl- und Kupferwerke A. G., Wien. 272.
Frankfurter Lokalbahn-A. G., Frankfurt a. M. 440.
Fränkisches Überlandwerk A. G. Nürnberg. 460.
Frankl & Kirchner, Elektrotechnisches Installationsbüro, Mannheim. 292.

Gablonzer Straßenbahn- u. Elektricitäts-Gesellschaft, Gablonz a. N. 460.
Gesellschaft der Lodzer Elektrischen Straßenbahnen, Lodz. 72.
Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin. 172.
Gesellschaft für elektrische Industrie A. G., Wien. 392.
Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Berlin. 252.
Große Berliner Straßenbahn, Berlin. 192.
Große Leipziger Straßenbahn, Leipzig. 212.
Großkraftwerk Franken A. G., Nürnberg. 12. 420.

Hackethal-Draht- u. Kabel-Werke A. G., Hannover. 260.
Hamburger Hochbahn A. G., Hamburg. 372. 380.
Hansa-Lloyd-Werke A. G., Bremen. 212.
Hartmann & Braun A. G., Frankfurt a. M. 340.
Heddernheimer Kupferwerk und Süddeutsche Kabelwerke A. G., Frankfurt a. M. 300.
Heidelberger Straßen- und Bergbahn A. G., Heidelberg. 272.
Hirschberger Thalbahn A. G., Hirschberg i. Schl. 460.

Isaria-Zählerwerke A. G., München. 460.

Jenaer Elektricitätswerke A. G. 112. 360.

Kabelfabrik A. G. Pozsony. 452.
Kabelfabrik und Drahtindustrie A. G. Wien. 80. 460.
Kabelwerk Duisburg. 272.
Kabelwerk Rheydt A. G. Rheydt. 20. 452.
Kommunales Elektrizitätswerk Mark A. G. Hagen i. W. 232.
Körting's Electricitätswerke A. G. Berlin. 460.
Körting & Mathiesen A. G., Leutzsch b. Leipzig. 380.
Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Badisch-Rheinfelden. 300.
Kraftversorgung Lothringen A. G. Metz. 460.
Kraftwerk Glambocksee G. m. b. H., Kleingansen. 212.
Kraftwerk Laufenburg, Laufenburg. 204.
Kraftwerk Stettin G. m. b. H. 280.
Kraftwerk Thüringen A. G., Gispersleben. 72.

Landkraftwerke Leipzig A. G., Kulkwitz. 72.
Land- und Seekabelwerke A. G., Cöln-Nippes. 440.
Lech-Elektrizitätswerke A. G., Augsburg. 72.
Leitzachwerke A. G., München. 280.
Licht- und Wasserwerke der Stadt Oldenburg i. Gr. 160.
Lokalbahn-A. G., München. 332.
C. Lorenz, A. G., Berlin. 312. 452.

Magdeburger Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft, Magdeburg. 280.
Main-Kraftwerke A. G., Höchst a. M. 420. 460.
Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen. 280.
Maschinenfabrik Oerlikon. 40. 492.
Meyer, Dr. Paul, A. G., Berlin. 12. 340.
Mix & Genest, A. G., Telephon- und Telegraphenwerke, Berlin-Schöneberg. 272.

Neckarwerke A. G., Eßlingen. 440.
Niederrheinische Licht- und Kraftwerke A. G., Rheydt. 20. 480.
Niedersächsische Kraftwerke A. G., Osnabrück. 432.
Niederschlesische Elektricitäts- u. Kleinbahn-A. G., Waldenburg i. Schl. 40.
Norddeutsche Kabelwerke A. G., Neukölln. 152.
Nordostschweiz. Kraftwerke A. G., Baden. 72.

Oberbayerische Überlandzentrale A. G., München. 252.
Oberrheinische Kraftwerke A. G., Mülhausen i. E. 420.
Officine Elettriche Ticinesi (Tessinische Kraftwerke) Bodio, A. G. 132.
Oesterreichische Brown-Boveri-Werke A. G., Wien. 140.
Österreichische Siemens-Schuckertwerke, Wien. 432.

Paderborner Elektrizitätswerk u. Straßenbahn A. G., Paderborn. 220.
Pfalzwerke A. G., Ludwigshafen a. Rh. 280.
Julius Pintsch A. G., Berlin. 292.
Porzellanfabrik Gebr. Bauscher, Weiden. 204.
Porzellanfabrik Kahla, Kahla. 380.
Posener Straßenbahn, Posen. 220.

Radium-Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Wipperfürth. 212.
Reiniger, Gebbert & Schall A. G., Berlin. 132.
Rheinische Elektrizitäts-A. G. Mannheim. 12.
Rheinische Schuckert-Gesellschaft für elektrische Industrie A. G., Mannheim. 72.
Rostocker Straßenbahn A. G., Rostock. 280.

Sachsenwerk, Licht- u. Kraft-A. G., Dresden. 152.
Sächsische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A. G., Berlin. 204.
Sächsische Straßenbahngesellschaft Plauen i. V. 300.
Schlesische Elektricitäts- und Gas-A. G., Breslau. 480.
H. Schomburg & Söhne A. G., Margarethenhütte. 20.
„Siemens" Elektrische Betriebe A. G., Berlin. 20.
Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin. 32.
Siemens & Halske A. G., Berlin. 40.
Städtisches Betriebsamt Bielefeld. 80. 412.
Stettiner-Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft. 280.
Stotz & Co. Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Mannheim. 372.
Straßenbahn und Elektrizitätswerk Altenburg. 72.
Straßenbahnen der Stadt Düsseldorf. 280.
Straßenbahn Hannover. 300.
Straßenbahn Herne—Sodingen—Castrop. 152.
Straßenbahn Königsberg. 272.
Straßenbahn Ludwigshafen a. Rh. 300.
Straßenbahn Mainz. 300.
Straßenbahn Meißen. 400.
Straßenbahn Tilsit. 440.
Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft, Hamburg. 280.
Straßburger Straßenbahn-Gesellschaft, Straßburg i. E. 460.
Stuttgarter Straßenbahnen. 280.

Telephon-Fabrik A. G., vorm. J. Berliner, Hannover. 20.
Thüringer Gasgesellschaft, Leipzig. 280.

Überlandstromverband Freiberg, Lichtenberg i. Erzgeb. 72.
Überlandzentrale Belgard A. G., Belgard. 480.
Überlandzentrale Stolp A. G., Stolp i. P. 280.

Vereinigte Elektrizitäts-A. G., Wien. 92.
Vereinigte Isolatorenwerke A. G., Berlin-Pankow. 204.
Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabriks A. G. Czeija, Nissl & Co., Wien. 432.
Vereinigte Zünder- und Kabel-Werke A. G., Meißen. 212.
Voigt & Haeffner A. G., Frankfurt a. M. 240.

Westinghouse Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Berlin. 72.
Wolfram-Lampen A. G., Augsburg. 392.

Digitized by Google

B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis sondern unter Abteilung A. III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A. II.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung.
Die Zeichen Brf. und B stehen vor, das Zeichen * steht hinter der Seitenzahl.
Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Adler, E., Anpassung und Normalisierung bei elektromotorischen Antrieben. 381*. 394*.
— L., Kugellager für Straßenbahnen. 458.
v. Alkier, Installations- und Bezugserleichterungen für elektrische Anlagen. 447.
Andrießen, H., Salpetersäure aus der Luft. 219.
Anschütz & Co., Invar und verwandte Nickelstähle. B.f. 251.
Apt, Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe auf Wanderrosten. 190.
Arjes [Rezens.]. R. Swierstra., Werktuigkunde voor den Electrotechnicus. 471.
Arndt, K., [Rezens.]. F. Kohlrausch und L. Holborn, Das Leitvermögen der Elektrolyte, insbesondere der wässrigen Lösungen. Methoden, Resultate und chemische Anwendungen. 20.
—, [Rezens.]. Günther und Schoop, Das Schoopsche Metallspritzverfahren, seine Entwicklung und Anwendung, nebst einem Überblick über seine Stellung zu den übrigen Metallisierungsmethoden und einem Abriß seiner Patentgeschichte. 280.
—, [Rezens.]. H. Danneel, Elektrochemie, Bd. 1. 292.
—, [Rezens.]. P. Askenasy, Einführung in die technische Elektrochemie Bd. 2. 351.
Arnold, H. D. und Crandall, J. B., Das Thermophon als Präzisionstonquelle. 457.
Aumann, H., [Rezens.]. A. Jung, Die staatliche Elektrizitäts-Großversorgung Deutschlands. 152.
— [Rezens.]. G. Friedrich, Die staatliche Elektrizitätsversorgung im Königreich Sachsen. 491.
Austin, L. W., Bemerkungen zum Widerstand von radiotelegraphischen Antennen. 38.

Bancroft, W. D., Detektoren in der drahtlosen Telegraphie. 218.
Barnett, S. J., Die Magnetisierung von Eisen, Nickel und Kobalt durch Rotation und die Natur der magnetischen Molekel. 418.
Bauch, R., Das Verhalten des nach Y/Y geschalteten Korntransformators bei einspuliger Last und bei Defekt. 245*. 256*.
Baumfeld, R. P., Ausbau der Wasserkräfte in Österreich. 230.
Beaulard de Lenaizan, Neue Untersuchungen über den Funkenwiderstand. 437.
Beckmann, Die Arbeitstherapie von Kriegsbeschädigten. 377.
Behn-Eschenburg, H., Anlage zur Nutzbremsung von Fahrzeugen mit Kommutatormotoren für Einphasen-Wechselstrom. 481*.
Behrend, Gerät zum Aufsuchen von Stromentweichungen (Leckstrommelder). 297.
Benischke, G., Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen. Brf. 159.
Bennett, E., Hohe gegen niedrige Antennen. 188. 200.
Bergholm, C., Detektor mit gelöteten Kontakten. 158.
Betriebsamt Glauchau, Ein Mangel bei der Ausfertigung von Rechnungen. Brf. 450.
Biermann, F., Der Tauchsieder und die Durchlaufkanne, zwei neue Apparate für Heißwasserbereitung. 126*. Brf. 271.
—, Ein neues Stromverrechnungsverfahren. 155*. Brf. 270. Brf. 371.
Blauel, C., Turbogebläse für Hochöfen. 449.
Bloch, Die einheitliche Kennzeichnung der Lichtquellen. 199*.
—, O., Die Kreisdiagramme des Asynchronmotors in neuer Darstellung. 34*. 42*.
Block, Ein neuer Vorschlag für die Elektrizitätsversorgung des Landes. 144*.
Bluth, Vereinigung von Strombezug und eigener Stromerzeugung. 202.
Boehm, O., Rechnerische und experimentelle Untersuchung der Einwirkung von Wanderwellenschwingungen auf Transformatorenwicklungen 146..
du Bois, H., Elektromagnete für Heilzwecke. 173*. 184*.
Bolliger, A., Theorie und Konstruktion der Transformatorendiagramme. 127.
Börnstein, E., Probleme der rationellen Steinkohlenverwertung. 122. 268.
Boruttau, H., Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage. 81*. 94*. 130. 139.
— Der Tod durch Starkstrom als Herztod und die Grenze der gefährlichen Stromstärke. 396*. Brf. 491.
Bown, R., Schutz von Wechselstromdynamos gegen Kurzschlüsse. 118.
—, Die inneren Verhältnisse in einem Wellenempfänger der Audiontype. 266.
Brade, Projektierungsbehelfe für Leitungen (nach Opacki). 28. B.f. 271.
Britton, S. E., Elektrokultur. 470.
Brundige, J. A., Ausdehnungswirkungen als Ursache der Verschlechterung von Hängeisolatoren. 97.
Burbank, S. R., siehe Magnusson, C. E.
Burri, A., Kupferersatz bei Freileitungen. 258.
Burstyn, W., Empfangsstärke und Abstimmschärfe. 468.
Busch, J., [Rezens.]. J. Schmidt, Elektrizitätszähler, Zähler-Prüfung und Zähler-Eicheinrichtungen. I. Teil. 291.
Bußmann, H., Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen. 93*. 105*. Brf. 159. Brf. 231.
Byk, [Rezens.]. H. Bauer, Physik der Röntgenologie. 131.

Calmes, A., Die Statistik in der industriellen Unternehmung. 421*.
Cantor, [Rezens.]. H. Schreiber, Das Elektrizitätsphänomen in seinen rechtlich-wirtschaftlichen Besonderheiten. 20.
—, [Rezens.]. M. Mintz, Die Kriegsgesetze über den gewerblichen Rechtsschutz im In- und Auslande. 220.
—, [Rezens.]. R. Blum, Die Rechtskunde des Ingenieurs. 252.
—, [Rezens.]. L. Wertheimer, Das Vertrags-Kriegsrecht des In- und Auslandes. 331.
—, [Rezens.]. Koppe, F. und Varnhagen, P., Das neue Gesetz über Sicherung der Kriegssteuer vom 9. April 1917 und Das neue Gesetz über die Erhebung eines Zuschlags zur Kriegssteuer vom 9. April 1917. 511.
— Nachzahlung für den im Elektrizitätszähler zu wenig gezeigten und daher zu wenig berechneten Strom. 413*.
Carr, L. H. A., Ankerkupferverluste bei Einankerumformern und Doppelstrommaschinen. 249.
Chatock, R. A., Elektrizitätsmonopol und Gas-Großkraftwerke in England. 28.
Clark, H. H., Elektrische Grubenlampen. 119.
Clausen, P., Der heutige Stand der Überlandstromversorgung in Deutschland. B.f. 151.
Conradi, C. G., Ergebnisse mit Elektromobilen. 259.

Dantin, Ch., Die Wiederertüchtigung Kriegsverletzter. 317.
Davies, W. L., Magnetische Kupplung für gleichbleibendes Drehmoment. 470.
val Davies, A. E., Betriebsstörungen an großen Turbodynamos und Transformatoren. 398.
Deguisne, C., Wechselstrommessungen mit dem Vibrationsgalvanometer. 411.
— Die Bestimmung kleiner Phasenverschiebungen bei Niederfrequenz. 437.
Dessauer, F., Über einen neuen Hochspannungstransformator. 459. 518.
Dettmar, G., Die 25-jährige Wiederkehr des Gründungstages des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. 33*.
—, Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs elektrischer Arbeit. 73*. 98.
Dieterich, E. O., Einfluß der Temperatur auf die Lichtempfindlichkeitskurven verschiedener Arten von Selenzellen. 387.
Dolivo-Dobrowolsky, M., Käfigwicklung bei Drehstrommotoren. B.f. 140.
Doyer, H., Staatliche Stromversorgung Hollands. 387.
Drexler, F., Kennzeichnung von Starkstrom und Schwachstrom. 298.
Dreyfus, Wirbelstromverluste in massiven Ankerleitern bei Leerlauf. 238.
Duffing, G., [Rezens.]. H. Heymann, Schwingungsvorgänge beim Auswuchten rasch umlaufender Massen nach dem System Lawaczeck. 50.
—, Der Torsiograph, ein neues Instrument zur Untersuchung von Wellen. Nach Jos. Geiger. 109. B.f. 299.
— [Rezens.]. W. Stiel, Theorie des Riementriebs. 479.
Dummermuth, M., Unsymmetrische Hysteresesschleifen. Brf. 71.

Eaton, G. M., Die neue Phasenumformer-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn. 398.
Eccles, W., Eine Tafel zur Wellenlängenberechnung. 347.
Eckstein, Wann verjähren die Ansprüche aus Maschinen-Mietverträgen? 51.
Elöd, E., Die Aktivierung des Stickstoffes in elektrischen Entladungen. 120.
Ely, Sachgemäße Instandsetzung durchgebrannter Sicherungsstöpsel. 403.
Emde, F., Über Elektrizitätslehre und Schulbücher. 306.
Engelhardt, V. [Rezens.]. E. F. Ruß, Die Elektrostahlöfen. 471.
Engset, T., Die Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Bestimmung der Wählerzahl in automatischen Fernsprechämtern. 304*
Epstein, J. [Rezens.]. Fr. Bode, Lehrbuch zur Vorbereitung für die Ablegung der Gehilfen- und Meisterprüfung im elektrotechnischen Installationsgewerbe. 519.
Erlang, A. K., Lösung einiger Probleme der Wahrscheinlichkeitsrechnung von Bedeutung für die selbsttätigen Fernsprechämter. 504*.
Ernst, M., Stromverteilung und Stromwärme in Drehstrom-Kollektorankern bei Sechsbürstenschaltung. 181*. Brf. 399.
—, W., Selbsttätige Drehstromanlasser der Voigt & Haeffner A. G. 36*. Brf. 99.
Estorff, W., Die Ausmessung der elektrostatischen Felder von Isolatoren nach dem Elektrolytverfahren. 53*. 62*. 76*.
Everling, [Rezens.]. Th. Pöschl, Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. 31.
Evers, K. [Rezens.]. St. Löffler und A. Riedler, Ölmaschinen. 11.

Fairchild, C. O., siehe Foote, P. D.
Faßbender, H., Ein neuer Diathermieapparat. 329.
Feldmann, C., Staatliche Stromversorgung Hollands. 387.
Ferguson, C. V., siehe Mac Kay.
Fessenden, R. A., Funkensender für ungedämpfte Wellen. 178.
Finsterwalder, S. [Rezens.]. F. Wittenbauer, Aufgaben aus der technischen Mechanik. 460.

Digitized by Google

Fischer, R., [Rezens.]. M. Ried, Gegenwart und Zukunft der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland und Österreich. 39.
—, Über die Beziehungen der Starkstromanlagen zu Schwachstromanlagen. 213*.
—, S., Die Versorgung von Munitionsfabriken mit elektrischer Arbeit. 138.
Fistl, C., Ein neuer Vorschlag für die Elektrizitätsversorgung des Landes. Bf. 203.
v. Fleischbein, H., Neuerungen an Kontakten und Kontaktmaterial. 445*.
Fleischmann, L., Eine neue graphische Darstellung des Wicklungsschemas. 67*.
Foote, P. D. und Fairchild, C. O., Helligkeit und Temperatur des schwarzen Körpers. 149.

Gehne, P., [Rezens.]. F Grünbaum und R. Lindt, Das physikalische Praktikum des Nichtphysikers. 311.
Geiger, J., Der Torsiograph, ein neues Instrument zur Untersuchung von Wellen. 109. Bf. 299.
Gewecke, H., und v. Krukowski, W., Neues Zählereichverfahren. 356*.
Giese, Tarifvorschläge für Nahverkehrsmittel. 29.
Giesecke, Das neue Haupt-Telegraphenamt in Berlin. 8.
Gieseking, [Rezens.]. C. Roß (F. B. Gilbreth). Das ABC der wissenschaftlichen Betriebsführung. 123.
Gimingham, E. A., und Mullard, B. R. Eine Wolfram-Glühlampe mit hohem Wirkungsgrad. 8.
Glew, F. H., Fluoreszenz und Phosphoreszenz und deren Anwendung zur Erzielung von Leuchtwirkungen. 408.
Goerges, H., Über die Gleichgewichtszustände der Reihenschaltung einer Induktionsspule mit einem Kondensator. 101*. Bf. 159.
Gormann, G., Über die Berechnung des Kurzschlußstromes in Leitungsnetzen. 444*.
Greenwood und Hutton, Ein elektrischer Widerstandsofen zum Schmelzen in Tiegeln. 210.
Greinacher, H., Hochspannungsbatterie mit Wechselstrombetrieb. 399.
Grob, H., Die Kreisdiagramme des Asynchronmotors in neuer Darstellung. Bf. 123.
de Groot, C. J., Über einige Probleme der Energieübertragung zwischen zwei drahtlosen Stationen. 49.
Groß, A., Über die Normalisierung von Drehstromspannungen. Bf. 431.
Guillery, M. R., Kugelkuppelung. 110.
Gumlich, E., Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften usw. von Eisenlegierungen. 329.

de Haas, W. J., Ampèresche Molekularströme. 158.
Haidegger, E., Graphisches Verfahren zur Bestimmung der Phasenverschiebung in Drehstromkreisen. 335*.
Halbertsma, Die Streuung (Diffusion) des Lichtes als Mittel zur Verringerung der Flächenhelle künstlicher Lichtquellen. 207*.
Hall, S., Federnde Aufhängung der Luftdrähte auf Schiffen. 328.
Hart, J. A., Antennenmessungen auf Schiffen. 96.
Hausmann, Die elektrischen Krafterzeugungs- und Verteilungsanlagen des schwedischen Staates. 425*.
Heim, C., [Rezens.]. A. Thomälen, Zur Geschichte der Dynamomaschine 299.
— [Rezens.]. C. Matschoß, Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Bd. 7. 451.
Heinel [Rezens.]. H. Aumund, Hebe- und Förderanlagen. 411.
Helberger, H., Der gegenwärtige Stand der Technik der elektrischen Kochapparate. Brf. 351.
Hermanns, H., Neue Magnet-Schlagwerkskrane. 21*.
Heymann, H., Schwingungsvorgänge beim Auswuchten rasch umlaufender Massen nach dem System Lawaczeck. 50.
Hibben, S. G., Kriegsscheinwerfer. 178.
Hirschfeld, E., Die Umsatzsteuer und ihre Abwälzung. 508*.
Hochenegg, Die Ausnutzung der Wasserkräfte zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen in Österreich. 96.
Hoffmann, G., Elektrometer hoher Empfindlichkeit. 159.
—, W., Die Elektrizitätsversorgung unrentabler Gebiete. 13*.
Honsu, F., Bestimmung der Reibungsverluste durch Auslaufsmessung. 435*.
Hoppe, F., Die Energieverluste in Hochspannungs-Fernleitungen. 153*.
—, Die Koronaverluste der Hochspannungsfreileitungen vom praktischen Standpunkt aus betrachtet. 249.
Horstmann, G., Über die wirtschaftliche Ausnutzung von Höchstspannungsleitungen. 193*. Bf. 311.
Hort, W., [Rezens.]. H. Usener, Der Kreisel als Richtungsweiser. Seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften. 220.
Hubbard, J. C., Effekt der verteilten Kapazität in einlagigen Solenoiden. 388.
Huber, P. B., Einfluß der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre auf die Leitfähigkeit des menschlichen Körpers. 290.
Hülsmeyer, Die Reinhaltung von Oberflächenkondensatoren. 178.
Hundt, A., Der Aluminiumtransformator. Bf. 179.

Irrosberger, C., Der elektrische Schmelzofen von Grönwall-Dixon. 359.
Ives, J. E., Righis magnetische Strahlen. 468.

Jakob, M. [Rezens.]. W. Schüle, Technische Thermodynamik. 411.
— [Rezens.]. W. Schüle, Leitfaden der technischen Wärmemechanik. 499.
Jellinek, St., Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage. 221*. 396*.
Jossop, E. P., Elektrische Schweißung bei der Ausbesserung von Schiffsmaschinen. 399.
Jones, Ch. H., Ungeschützte Stromschiene mit oberer Schleiffläche. 58.
Jordan, H., Grenze der Reichweitenvergrößerung durch Pupinspulen. 61*.
Jores, M., Zur Lackfrage. Bf. 431.

Kade, Fr., Die Kurzschlußspannung von Drehstromtransformatoren in Zickzackschaltung. 513*.
Kafka, H., Unsymmetrische Mehrphasensysteme. Bf. 519.
Keinath, G., Nullvoltmeter mit hoher Anfangsempfindlichkeit. 455*.
Klein, L., Allgemeine Formeln für den Dynamobau, Formeln für die Größe von Mehrphasenankern. 367.
Klingenberg, G., Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. 176.
Korda, D., Die Mehrphasenkonsonanz. (Zur Theorie der statischen Frequenzumwandler.) 486*.
Korn, A., Mechanische Vorstellungen über die elektromagnetischen Erscheinungen. 363.* 375*. 390.
Korndörfer, M., Der Wechselstromtransformator im Bahnbetrieb. Brf. 211. Bf. 311.
Koerner, W. E., Wolfram für galvanische Elemente. 189.
Kruckow, A., [Rezens.]. W. Winkelmann, Das Fernsprechwesen. 99.
— Streifenwickelvorrichtung für Schnelltelegraphen. 517.
v. Krukowski, W., siehe Gewecke, H.
Krzyzanowski, R., Der Einfluß der Isolatorenketten auf die Beanspruchung und den Durchhang im Spannfelde. 138.
Kühn, L., [Rezens.]. H. Rein (K. Wirtz), Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. 71.
—, W., Über Toleranzen. 518.
Kulka, H., Planimeter zur Bestimmung der Inhalte und Momente ebener Flächen. 517.
Kummer, W., Der Wechselstromtransformator im Bahnbetrieb. 57. Brf. 211. Bf. 311.
—, Die Berechnung der Arbeitsweise von Hochspannungskabeln auf Grund einer reellen Form der Lösung der Zustandsgleichungen. 84*. Brf. 331.

Lang, A., Die Erwärmung der Wicklungen elektrischer Maschinen aus Ersatzmetallen. 17.
—, Kommutation und Verluste in Eisenkollektoren. 289.
Langen, F., [Rezens.]. F. Soufert, Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. 152.
Laudien, K., Ein neues Benutzungsstunden-Zählverfahren. Von Wagmüller. 191.
Lehmann, Th., Günstigste Wahl der Gleichstrom- und Wechselstromerregung beim Frequenzverdoppler. Bf. 110.
Lehner, W., Beleuchtungskalender der deutschen Eisenbahnverwaltungen und Beleuchtungskosten neuerer Glühlampen in zeichnerischer Darstellung. 238.
Leslie, M. D., Schwierigkeiten bei eisernen Fernleitungen. 88.
Lichtenstein, L., [Rezens.]. R. Mehncke, Leitfaden zum graphischen Rechnen. 160.
Liebowitz, B., Quantitative Beziehungen in Detektorkreisen. 359.
Liebsch, Ein neues Stromverrechnungsverfahren. Bf. 270.
Lietke, A., Das Reichs-Elektrizitätsmonopol. 157.
— Die elektrotechnische Ausfuhr nach dem Kriege. 372.
Linke, W., Das Schalten großer Gleichstrommotoren ohne Vorschaltwiderstände. 453*. 465*.
Lorenz, H., Über Gleichstrommaschinen mit Sengelschem Spannungsteiler. 277.
Lutz, C. W., Saitenelektroskop. 159.
Lux, H., Bericht über Entstehung, Organisation und Programm der Kommission IV. 196*.

Mc. Closkey, F. W., Maßnahmen zur Erreichung einer möglichst kleinen Zahnräderzentrale bei Bahnmotoren. 308.
Mc. Collum, B., und K. H. Logan, Der elektrische Widerstand des Erdbodens und sein Einfluß auf die elektrolytische Zerstörung von eingebetteten Röhrenleitungen. 250.
Mac Kay, G. M. J. und Ferguson, C. V., Wolframelektrodenverlust in Wasserstoff. 388.
Magnusson, C. E., und Burbank, S. R., Eine künstliche Fernleitung mit einstellbaren Leitungskonstanten. 239.
Mandl, A., Zur Pichelmayerschen Kommutierungstheorie. 447.
Marchant, E. W., Die Heaviside-Schicht. 97.
Mariott, R. H., Vorsichtsmaßregeln beim Bau funkentelegraphischer Anlagen. 127.
Mattern, [Rezens.]. J. Hallinger, Zwei deutsche Großkraftquellen, deren Erschließung nach den Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit und des kleinsten Aufwandes. 203.
Meier, R., Der heutige Stand der Überland-Stromversorgung in Deutschland. 41*.
Meißner, F. [Rezens.]. W. Rathenau, Vom Aktienwesen. 440.
— [Rezens.]. E. Neukamp, Die Ausschaltung unseres Handels durch das Kriegswirtschaftsrecht — eine nationale Gefahr. 420.
Melan, Die Untersuchung raschlaufender Magneträder in Theorie und Praxis. Brf. 450.
Mendel, J. [Rezens.]. O. Jöhlinger, Der britische Wirtschaftskrieg und seine Methoden. 400.
Meyer, P., Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie. 137.
— U., [Rezens.]. W. Jaeger, Elektrische Meßtechnik. 111.
—, Zur Theorie der dielektrischen Nachwirkung. 187.
—, [Rezens.]. W. Ramsay und G. Rudorf, Die Edelgase. 351.
— [Rezens.]. E. Cohn, Physikalisches über Raum und Zeit. 519.
Middlekauf, G. W., und Skogland, J. F., Photometrische Vergleiche von Farbenfiltern und Wolframlampen. 69.
— —, Die Photometrie der Lampen mit Gasfüllung. 128.
— — und Mulligan, B., Einrichtungen für die Lebensdauerprüfung von Glühlampen des Bureau of Standards. 168.
Miller, J. M., Einfluß unvollkommener Dielektrika in dem Felde eines Strahlers für Funkentelegraphie. 7. 218.
Monath, M., Kriegsmäßiger Ersatz für gußeiserne Freileitungs-Endverschlüsse. 448.
Montsinger, V. M., Wirkung des Barometerstandes auf die Übertemperatur von Öltransformatoren. 408.
Morris, J. T., Das Lumen als Maß für die Leuchtwirkung. 428.
Moser, R., Stromverteilung und Stromwärme in Drehstrom-Kollektorankern bei Sechsbürstenschaltung. Brf. 399.
Mott, W. R., Neue Leuchtzusätze für Bogenlampenkohlen. 110.
Mullard, B. R., siehe Gimingham, E. A.
Müllendorff, E., [Rezens.]. R. Hartmann, Das Reichs-Elektrizitätsmonopol. 52.
—, Vorschläge der Handelskammer Berlin zur Neuordnung des Schiedsgerichtswesens. 167*.
Müller, P., Unsymmetrische Mehrphasensysteme. 343*. 353*. Bf. 519.
Mulligan, B., siehe Middlekauff, G. W.

Nagel, R., Versuche mit einigen Ersatzausführungen für Gummiaderdrähte. 433*.
Nesper, E., Massenanfertigung von Kleinradiostationen bei der Telephonfabrik A. G. vorm. J. Berliner in Wien. 441*.
Neumann, R., Die Untersuchung rasch laufender Magneträder in Theorie und Praxis. 313*. 326*.
Newbury, F. D., Zweckmäßige Temperaturgarantien für große Wechselstrommaschinen. 477.
Nicolaisen, J., Ein Tarifvorschlag. 473*.
Niemann, Luftamt und Funkentelegraphie. 489.
Niethammer, Unsymmetrische Hystereseschleifen. Bf. 71.
Norberg-Schulz, Die Einwirkung des Straßenbahnbetriebes auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke. 401*.
Northrup, E. F., und Thompson, R. G., Verluste in unterteilten Leitern bei hohen Frequenzen. 49.
Nußbaum, J., Kostenminima in elektrochemischen Anlagen. 189.

Obach, J., Die Großgleichrichter-Anlage im städtischen Elektrizitätswerk zu Hirschberg i. Schlesien. 414*. 423*.
Ondracek, Streuung des Lichtes als Mittel zur Verringerung der Flächenhelle. Bf. 291.
Opacki, Projektierungsbehelfe für Leitungen. 28. Bf. 171.
Osnos, M., Günstigste Wahl der Gleichstrom- und Wechselstromerregung beim Frequenzverdoppler. Bf. 111.
—, Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom. 205*. 215*. 224*. B. 240. B. 312.

Parsons, C. L., Das Stickstoffproblem in den Vereinigten Staaten. 369.
Peasloe, W. D., Durchschläge von Porzellanisolatoren infolge von Spannungsstößen. 169.
Peck, J. S., Der Parallelbetrieb von Kraftwerken. 178.
Perlewitz, K., Selbsttätige Feuerlöschvorrichtung für Transformatoren- und Ölschalterräume. 209.
Perls, P., [Rezens.]. E. Jurthe und O. Mietzschke, Handbuch der Fräserei. 312.
— Kriegsblinde in der Werkstatt. 390.
Petersen, W., [Rezens.]. H. Zipp, Handbuch der elektrischen Hochspannungstechnik. 319.
—, Unterdrückung des aussetzenden Erdschlusses durch Nullwiderstand und Funkenableiter. 341*.
Pfiffner, E., Selbsttätige Drehstromanlasser der Firma Voigt & Haeffner A. G. Brf. 99.
— Der Schutzwert eiserner und überbrückter Drosselspulen. 468.
Pfitzner, Die elektrochemische Industrie Italiens. 265.
Philippi, E., Einrichtung und Betrieb moderner Maschinenprüffelder. 301*.
Podszus, E., Widerstände reiner Isolatoren. 229.
Pohle, Die Entwicklung der öffentlichen Unternehmung in der Gegenwart. 430.
Probst, H., Neuere Schaltanlagen. 141*.
—, Bemerkungen zu den Richtlinien über Hochspannungsapparate. 200.
Przygode, A., Tarifvorschläge für Nahverkehrsmittel. Nach Giese. 29.
—, Der neue Vertrag zwischen dem „Verband Groß-Berlin“ und den Berliner Straßenbahngesellschaften. 237*.
— Schnellbahnen oder Schnellstraßenbahnen in Groß-Berlin. 461*.

Digitized by Google

Quaink, G., Das Industrielaboratorium. 357*.

Reed, S. A. Eine neue Brennstoffkette. 298.
Reipert, [Rezens.]. O. Ohlsberg, Handbuch für Funkentelegraphisten. 212.
Rice, E. W., Wie gewinnt man den Krieg? 419.
Richter, [Rezens.]. Fr. Böckel, Wirkungen des Krieges auf Rechtsverhältnisse der Elektrizitäts- und Gaswerke. 439.
Rodenhauser, W., Der gegenwärtige Stand der Elektrostahlindustrie. 9.
Rogowski, W., Prof. Emde über Elektrizitätslehre und Schulbücher. 306.
— Ergänzung der Erwärmungsvorschriften. 498.
Rosenberg, E., Einseitiger magnetischer Zug in elektrischen Maschinen. 1*. 15*. 25*.
Rossech, E., Berechnung der Arbeitsweise von Hochspannungskabeln. Brf. 331.
Roth, A., Eine neue Methode der direkten Analyse von Wechselströmen. 290.
— Ein neues Meßinstrument zur direkten Analyse von Wechselströmen. 377.
—, H., Bau großer Überlandnetze. 113*. B. 140.
—, Eine neue graphische Darstellung des Wicklungsschemas. 149. B. 160.
Rückert, A., Die Reinigung von Kühlwasser für Oberflächen-Kondensationsanlagen. Brf. 279.
Rüdenberg, R., Über die Normalisierung von Drehstromspannungen. 233*. Brf. 350. Brf. 431.
— Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme. 483*. 493*. 501*. 510.
Ruppel, S., Der Blitzableiter im Plan des Gebäudes. 324*. 333*. 349.
Rutgers, F., Elektrische Wärmeerzeugung für industrielle Anlagen. 258.

Sabertschnik, F., Kupferausbau der Lokalbahn Bludenz—Schruns. 108.
Sachs, K., Die Erzeugung sinusförmiger Spannungskurven bei Turbodynamos. 377.
Sahulka, J., Vorrichtung zur Ermittlung der räumlichen Lichtstärke beliebiger Lampen. 253*.
Samson, C., Eine Braunsche Röhre mit Glühkathode. 398.
Sanford, R. L., Apparat zur Bestimmung der magnetischen Gleichmäßigkeit von Normalstäben. 210.
Scoumanne, F., Schutz gegen Kurzschlüsse in Kraftwerken. 429
Schäfer, B. B., Parallelschaltung und Spannungsregelung von Großgleichrichtern. 321*.
Schendell, G., Die Untersuchung der Schalter- u. Transformatorenöle. 242*.
Schering, Vorführung eines neuen Vibrationsgalvanometers. 410.
Schleicher, M., Eine einfache Methode zur Aufnahme der vollständigen Hystereseschleife. 393*.
— O., Die Technikerfrage und die Vertreter der Staatswissenschaften. 446*.
Schmidt, Fr., [Rezens.]. H. Wirth, Der elektrische Pflug auf der Herrschaft Detenitz der landwirtschaftlichen Überlandzentrale Liban. 31.
—, Zur Frage des Wegerechtes für elektrische Leitungen. 439.
— Die Elektrizitätsversorgung der Provinz Sachsen. 490.
—, G., Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons Heberschreiber. 238.
Schmieder, P., Gleichzeitige Verfeuerung verschiedener Kohlensorten auf Wanderrosten. 338.
Schmitz, T., Die Stromverteilung in Mehrphasen-Kollektorankern. 163*.
Scholtes, Ph., Die Stromversorgung der Nürnberg-Fürther Straßenbahn nach dem Dreileitersystem. 161*. 347.
Schübbe, H. K., Bestimmung der Wendepole bei Gleichstrommaschinen auf Grund praktischer Ergebnisse. 158.
Schüler, L., Über die Normalisierung von Drehstromspannungen. Brf. 350.
—, [Rezens.]. W. Wolf, Beiträge zur praktischen Ausführung von Ankerwicklungen. 459.
Schultheiß, L., Charakteristik von Pupinleitungen. 273*.
Schumann, R., Über Elektromagnete für kriegschirurgische Zwecke. 464*.
Seyffert, Die Reinigung von Kühlwasser für Oberflächen-Kondensationsanlagen. 203.
Shoenberg, Frequenzvervielfachung für elektrische Ströme. 337.
Sieg, E., Akkumulatorenbatterien in Kraftwerken. Brf. 272.
— [Rezens.]. R. Albrecht, Die Akkumulatoren für Elektrizität. 439.
Siegel, G., Der Einfluß der Kohlenpreise und der Kohlensteuer auf die Anlage- und Betriebskosten von Elektrizitätswerken. 148*.
Siegfried, J. H., Erfahrungen aus einer Anlage mit asynchronen Generatoren. 239.
Siemens-Schuckertwerke, Gekapselte Motoren. Brf. 499.
Silberbach, P., [Rezens.]. H. Pohl, Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. 10.
Skogland, J. F., siehe Middlekauff, G. W.
Smith, A. W., Demagnetisierung von Eisen. 468.
Sommerfeld, A., Die Überwindung der Erdkrümmung durch die Wellen der drahtlosen Telegraphie. 38.
Soroker, S., Über die wirtschaftliche Ausnutzung von Höchstspannungsleitungen. Brf. 311.
Soschinski, B., Die Vorausberechnung der Selbstkosten von Elektrizitätswerken. 125*. 135*.
Steinhardt, Der gegenwärtige Stand der Technik der elektrischen Kochapparate. 264*.
Stern, G., Bemerkungen zu den Richtlinien für Hochspannungsapparate. 200.
—, und Biermanns, J., Ölschalterversuche. Brf. 91.
Storjohann, Schleifstück aus Kohle für elektrische Fahrzeuge. 448.
Straßer, [Rezens.]. C. Heim, Die Akkumulatoren für stationäre elektrische Anlagen. 371.
Strecker, K., [Rezens.]. O. Grosse, 40 Jahre Fernsprecher. Stephan—Siemens—Rathenau. 251.
Studer, H., Die Einphasen-Lokomotive der Gotthardbahn und eine neue Lokomotive der Maschinenfabrik Oerlikon. 293*.
Stumpner, W., Vergütungszähler. 6*.
Svedberg, The, Über einen großen Elektromagnet einfacher Bauart. 149. 230.

Teichmüller, J., Mindestzahlung und Risiko in Stromlieferungsverträgen. 55*.
— Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hilfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken. 368.
Terry, E. M., Die magnetischen Eigenschaften von Eisen, Nickel und Kobalt. 388.
Thiemann, Ein neues Stromverrechnungsverfahren. Brf. 270. Brf. 370.
Thierbach, B., [Rezens.]. E. Ritter, Die öffentliche Elektrizitätsversorgung in Deutschland. 231.
—, [Rezens.]. L. Aschoff, Form und Endziel einer allgemeinen Versorgung mit Elektrizität. 351.
Thurn, H., Die rechtliche Lage des funkentelegraphischen Nachrichtenverkehrs in der Luftfahrt. 133*.
Toussaint, E., [Rezens.]. M. Siegerist und F. Bork, Die moderne Vorkalkulation in Maschinenfabriken. 60.
—, [Rezens.]. A. Calmes, Der Fabrikbetrieb. 171.
Tschudy, Wm., Ein neuer Hitzdrahtvakuummesser mit Multiplikator. 235*.

Vallauri, G., Vergleichende Versuche an Audionen. 376.
— Über die Wirkungsweise der in der drahtlosen Telegraphie benutzten Vakuumröhren mit drei Elektroden (Audion). 407.
Vaupel, A., [Rezens.]. L. Griesbeck, Der Fernleitungsbau. 91.
Vidmar, M., Der Aluminiumtransformator. Brf. 179.
—, Der Wechselstromtransformator im Bahnbetrieb. Brf. 211.
—, Eigenartige Schaltungsmöglichkeiten von Transformatoren. 281*. 295*.
Vilanova, A., Der Korbverbinder im Freileitungsbau. 186*.
Vogler, H., Ein neues Stromverrechnungsverfahren. Brf. 270.

Wagmüller, [Rezens.]. K. Laudien, Ein neues Benutzungsstunden-Zählverfahren. 191.
Wagner, E., Röntgenspektroskopie. 229.
—, K. W., Rechnerische und experimentelle Untersuchung der Einwirkung von Wanderwellenschwingungen auf Transformatorenwicklungen. Nach O. Boehm. 146.
Watson, Elektrizitätspolitik in England. 517.
Weightman, R. W., Telegraph und Fernsprecher in den englischen Kolonien. 358.
Weihe, C. [Rezens.]. C. Matschoß, Die Bedeutung der Persönlichkeit für die industrielle Entwicklung. 379.
— [Rezens.]. H. Muthesius, Handarbeit und Massenerzeugnis. 379.
Weinert, K., Drehender Lampenschirm als Reklame. Brf. 52.
Welbourn, B., Erzeugung und Eigenschaften von Elektrolytkupfer. 329.
Welter, E., Über einen neuen Hochspannungstransformator nach Dessauer für sehr hohe Spannungen. 373*. 383*.
Wente, E. C., Ein elektrostatisches Telephon als gleichmäßig empfindlicher, absoluter Strommesser. 457.
Werner, E., Finanzielle Ergebnisse der deutschen Maschinenbau-Aktiengesellschaften i. J. 1915. 192. Desgl. i. J. 1916. 492.
Weyrauch, R., Die Besetzung leitender Stellen. 186*.
White, W. C., Das Pliotron als Schwingungserzeuger. 109.
Whittemore, L. E., Audiondetektor und Einthoven-Galvanometer für die Intensitätsmessung radiotelegraphischer Zeichen. 367.
Wiemann, C., Über Kohlebürsten. Brf. 71.
Winkel, [Rezens.]. C. Bach, Elastizität und Festigkeit. 451.
Wintermeyer, Die Entwicklung des elektrisch betriebenen Flaschenzuges. 3*.
Wirz, E., Klingeltransformatoren und ihre Tariffrage beim Anschluß an Elektrizitätswerke. 307.
Wittek, W., Der Einfluß der Isolatorenketten auf die Beanspruchung und den Durchhang im Spannfelde. Brf. 291.
— Über die Eisbelastung der Freileitungen. 475*.
Wolcott, E. R., Ein leicht einstellbares elektrostatisches Voltmeter. 298.
Wölfel, P., Die Bedeutung des Normenausschusses der Deutschen Industrie für den Elektrotechniker. 333*.
Wolff, R., Die Schützensteuerung im Straßenbahnbetriebe. 365*.
Wolfke, M., Eine neue Quarzlampe. 129.
Wright, W. R., Magnetisierung von Eisen ohne Hysterese. 398.

van Zandt, J. P., Oszillierende Systeme, die durch Widerstände proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit gedämpft sind. 398.
Zehme, [Rezens.]. L. Galland, Deutscher Telegrammschlüssel für die Technische Industrie. 240.
— [Rezens.]. Morgner, F. O., Die Heizerschule. 511.
—, XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin. 241*.
—, Neue Forschungsinstitute. 346.
Zehnder, L., Über Horizontalantennen. 515*.
Zelisko, Einfachübertragungen in Telegraphenleitungen für den Hughes-Betrieb. 388.
Zell, C., Das Bayernwerk. 361*.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 3. Januar 1918.** **Heft 1.**

Einseitiger magnetischer Zug in elektrischen Maschinen.

Von **Dr. E. Rosenberg**, Weiz (Steiermark).

Übersicht. **Im ersten Teile des Aufsatzes wird der bei exzentrischer Lagerung des Läufers entstehende einseitige magnetische Zug berechnet und nachgewiesen, daß er nur bei ungesättigtem Eisen mit wachsender Erregung steigt, aber schon bei mäßiger Sättigung mit zunehmender Erregung abnimmt. Es werden Methoden für die genaue und näherungsweise Bestimmung der „kritischen" Erregung gegeben, bei der der einseitige Zug seinen Höchstwert erreicht. Der Unterschied zwischen mehrpoligen und zweipoligen Maschinen, zwischen Maschinen mit ausgeprägten Polen und solchen mit zylindrischem Feld und verteilter Erregerwicklung wird untersucht, und eine fast alle Fälle umfassende, einfache Berechnungsformel gegeben.**

Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Untersuchung, welche elastische Durchbiegung der Welle und anderer Maschinenteile zulässig ist, damit eine ursprünglich vorhandene Exzentrizität durch den einseitigen magnetischen Zug nicht unzulässig vergrößert (mehr als verdoppelt) werde.

Im dritten Teil wird gezeigt, daß durch den einseitigen Zug die kritische Drehzahl verringert und daß durch Änderungen in der Erregung eine Zone von kritischen Drehzahlen geschaffen wird.

Erster Teil.

Berechnung des einseitigen Zuges für eine gegebene Exzentrizität.

I. Mehrpolige Maschinen mit ausgeprägten Polen.

Wir nehmen an, daß der Ständer der elektrischen Maschine eine zylindrische Bohrung, der Läufer eine zylindrisch bearbeitete Oberfläche habe, daß aber die Mittelpunkte um einen Betrag x gegeneinander verschoben seien. Ohne Exzentrizität x wäre der radiale Luftspalt konstant und hätte einen Wert a. Durch die Exzentrizität wird der Luftspalt in einem Punkte auf $a - x$ verringert, im diametral gegenüber liegenden Punkte auf $a + x$ vergrößert. Für einen zwischengelegenen Punkt, dessen Radius einen Winkel φ mit dem erstgenannten Durchmesser einschließt (Abb. 1), wird der Zuwachs oder die Abnahme des Luftspaltes annähernd $x \cdot \cos \varphi$ betragen. In einem Durchmesser, der zum ersten Durchmesser senkrecht steht, wird der Zuwachs und die Abnahme des Luftspaltes **0** sein.

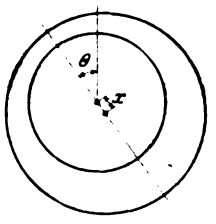


Abb. 1.

Bei einer mehrpoligen Maschine mit exzentrischer Lagerung des Läufers wird jeder Pol einen Kraftfluß führen, der von dem seiner Nachbarpole verschieden ist, vorausgesetzt, daß die erregenden Amperewindungen (die Resultante zwischen Feld- und Ankeramperewindungen jedes Poles) für alle Pole gleich sind. Dies ist normalerweise in Wechselstrommaschinen der Fall, bei welchen die Ankerwicklungen in Reihe geschaltet sind. Bei Maschinen mit parallel geschalteten Ankerwicklungen, insbesondere bei mehrpoligen Gleichstrommaschinen mit Ausgleichsverbindungen, ist hingegen wohl die Gleichheit der Feldamperewindungen gegeben, die Ankeramperewindungen können sich aber im Bereiche eines jeden Poles verschieden ausbilden, und neutralisieren zum größten Teile die Ungleichheiten im Felde, wenn die Maschine rotiert.

Bei mehrpoligen und auch bei Unipolarmaschinen ist die Feldverteilung dieselbe, als wenn die resultierenden Erregeramperewindungen jedes Poles ohne Rücksicht auf die Nachbarpole den einfachen lokalen Luftspalt und den halben magnetischen Eisenkreis zu erregen hätten.

Der magnetische Zug auf den cm² einer Polfläche ist

$$\frac{B^2}{8\pi} \text{ Dynen}$$

oder fast auf 1% genau

$$\left(\frac{B}{5000}\right)^2 \text{kg} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

wenn B die Kraftliniendichte beim Übergang von der Polfläche in die Luft darstellt.

Wenn daher in den beiden Endpunkten eines Läuferdurchmessers durch Luftspaltverschiedenheiten die Kraftliniendichten B_2 und B_1 ungleich sind, so wird ein einseitiger magnetischer Zug hervorgerufen, dessen Wert in kg auf den Quadratzentimeter ausgedrückt, gleich ist:

$$\left(\frac{B_2}{5000}\right)^2 - \left(\frac{B_1}{5000}\right)^2 = \left(\frac{B_2 + B_1}{5000}\right) \cdot \left(\frac{B_2 - B_1}{5000}\right) \cdot \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

Wenn die magnetische Charakteristik der Maschine und die Exzentrizität x gegeben sind, so lassen sich die Luftsättigungen B_2 und B_1 leicht bestimmen. In Abb. 2 ist als Abszisse die magnetomotorische Kraft H für einen Pol, als Ordinate die Luftsättigung B mit dem normalen Luftspalt a aufgetragen. Die Abszissen des Strahles OY stellen die bei einer bestimmten Luftsättigung für den Luftspalt a benötigte MMK dar. Für die Sättigung $B = NM$ z. B. ist KL die für den Luftraum verwendete, LM die für das Eisen verwendete **MMK**. Der wirkliche Luftspalt ist aber nicht a, sondern $a + x$ und $a - x$. Wir ziehen durch O zwei Strahlen OX_1 und OX_2, welche die Charakteristik eines zusätzlichen Luftspaltes $\pm x$ darstellen, d. h. Linien, deren Abszissen die MMK darstellen, die bei jeder gegebenen Induktion B für den zusätzlichen Luftspalt $\pm x$ gebraucht wird. Durch den Punkt N ziehen wir dann 2 Strahlen parallel zu den Strahlen OX_1 und OX_2 und die Punkte M_1 und M_2, in denen die Parallelstrahlen die magnetische Charakteristik schneiden, ergeben die tatsächliche Luftsättigung B_1 und B_2 an den Punkten mit vergrößertem und verringertem Luftspalt. Denn es ist

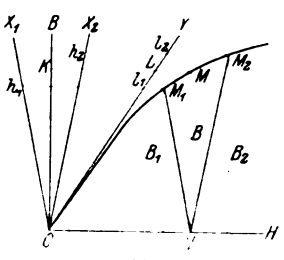


Abb. 2.

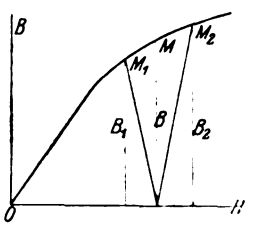


Abb. 3.

$$h_1 M_1 = h_2 M_2 = O N$$

und $h_1 l_1$ sowie $h_2 l_2$ stellen tatsächlich die für den vergrößerten und verkleinerten Luftraum gebrauchte MMK für eine Induktion B_1 bzw. B_2 dar und $l_1 M_1$ sowie $l_2 M_2$ die für das Eisen bei diesen Induktionen gebrauchte MMK.

Abb. 3 ist eine Wiederholung der Abb. 2 ohne unnütze Linien.

Für kleine Verschiebungen sind die Strahlen OX_1 und OX_2 symmetrisch zur Ordinatenachse, und ihre Abszisse für ein gegebenes B ist mit großer Annäherung $\pm x \cdot B$, wenn x in Zentimetern angegeben ist.

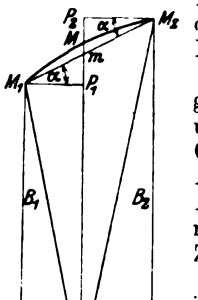


Abb. 4.

In Abb. 4 ist der uns interessierende Teil der Magnetisierungskurve in größerem Maßstab herausgezeichnet und der Winkel, den die Sehne $M_1 M_2$ mit der Horizontalen einschließt, mit α bezeichnet. Die Differenz $B_2 - B_1$ ist in der Abbildung dargestellt durch

$$P_1 P_2 = P_1 m + m P_2 = (M_1 P_1 + P_2 M_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha .$$

$\operatorname{tg} \alpha$ ist annähernd gleich dem Differentialquotienten der Induktion, genommen nach der MMK im Punkt M. $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dB}{dH}$.

Die Längen $M_1 P_1$ und $P_2 M_2$ sind gleich den Abszissen der Strahlen OX_1 und OX_2 für die gleichen Ordinatenwerte, daher:

$$M_1 P_1 = x \cdot B_1 \quad \text{und} \quad P_2 M_2 = x \cdot B_2 .$$

So erhalten wir

$$B_2 - B_1 = (B_2 + B_1) \cdot x \cdot \frac{dB}{dH} .$$

Die Formel (2) kann daher auch geschrieben werden

$$\left(\frac{B_2 + B_1}{5000}\right)^2 \cdot x \cdot \frac{dB}{dH} = 4 \cdot \left(\frac{B}{5000}\right)^2 \cdot x \cdot \frac{dB}{dH} \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

da $(B_2 + B_1)$ näherungsweise durch $2B$ ersetzt werden kann. Bei großen Werten von x und starker Krümmung der Magnetisierungskurve ist $B_2 + B_1$ kleiner als $2B$, so daß für Grenzfälle die Formel (3) etwas zu große Werte ergibt.

$x \cdot dB$ in Formel (3) stellt die MMK dar, welche erforderlich ist, um im zusätzlichen Luftspalt x einen Zuwachs dB in der Luftsättigung zu erzeugen, während dH die im halben magnetischen Kreis der Maschine mit dem normalen Luftspalt notwendige MMK für denselben Zuwachs dB darstellt. Das Verhältnis $\frac{x \cdot dB}{dH}$ ist daher ein Verhältnis von magnetomotorischen Kräften und kann auch durch das Verhältnis der entsprechenden Amperewindungen ersetzt werden.

Bei einer Maschine mit ausgeprägten Polen und zylindrisch bearbeiteter Feldoberfläche ist das B, d. h. die Induktion, die ohne Exzentrizität existieren würde, für alle Punkte der Feldoberfläche — von den Polspitzen abgesehen — die gleiche, so daß auch $\frac{dB}{dH}$ für alle Punkte der Feldoberfläche den gleichen Wert besitzt. Der zusätzliche Luftspalt ändert sich jedoch von Punkt zu Punkt und kann durch den Ausdruck $x \cos \varphi$ dargestellt werden.

Digitized by Google

Nach Formel (3) ist der einseitige magnetische Zug in jedem Durchmesser dem lokalen zusätzlichen Luftspalt x proportional, also bei Änderung des Winkels Θ der Größe $x \cos \Theta$; die Komponente des Zuges in der Richtung jenes Durchmessers, der die Mittelpunkte von Läufer und Ständer verbindet, wird aber proportional der Größe $x \cos^2 \Theta$ sein.

Wenn die Maschine eine ununterbrochene Polfläche hätte, so hätten wir, um den gesamten einseitigen magnetischen Zug zu bestimmen, nur den Mittelwert der Funktion $\cos^2 \Theta$ zu bestimmen (dieser ist bekanntlich für einen Quadranten gleich $\frac{1}{2}$) und nun den Mittelwert des magnetischen Zuges für 1 cm² mit der halben Oberfläche der Feldpole zu multiplizieren. Dies trifft aber auch tatsächlich für alle mehrpoligen Maschinen zu. Wenn wir zuerst eine Maschine nehmen, deren Polzahl durch 4 teilbar ist, so können wir immer gleichzeitig Punkte auf 2 zueinander senkrechten Durchmessern betrachten. Der eine Durchmesser schließe einen Winkel Θ, der zweite einen Winkel $(90^0 + \Theta)$ mit dem durch die Mittelpunkte von Ständer und Läufer gezogenen Durchmesser ein. Die zwei Quadratzentimeter an den Enden des ersten Durchmessers liefern eine Zugkomponente

$$4 \cdot \left(\frac{B}{5000}\right)^2 \cdot \frac{dB}{dH} \cdot x \cos^2 \Theta,$$

die an den Enden des zweiten Durchmessers eine Komponente

$$4 \cdot \left(\frac{B}{5000}\right)^2 \cdot \frac{dB}{dH} \cdot x \cos^2 (90^0 + \Theta).$$

Die Summe der beiden Komponenten ergibt den von Θ unabhängigen Wert:

$$4 \cdot \left(\frac{B}{5000}\right)^2 \cdot \frac{dB}{dH} \cdot x.$$

D. h.: Vier auf beliebigen zu einander senkrechten Durchmessern gelegene Quadratzentimeter der Oberfläche geben stets zusammen denselben einseitigen Zug wie zwei Quadratzentimeter in dem die Mittelpunkte von Läufer und Ständer verbindenden Durchmesser. Wir können daher die Differenz der magnetischen Züge zweier gegenüberliegender Pole berechnen, als wenn die Polflächen in die Ebene ausgestreckt und die Luftspalte um den vollen Betrag x verringert und vergrößert wären, und haben diese Differenz mit dem vierten Teil der Polzahl zu multiplizieren.

Dies gilt nicht nur für 4, 8, 12 . . .-polige, sondern auch für 6, 10, 14 . . .-polige Maschinen. Bei einer sechspoligen Maschine z. B. kann man 6 voneinander um je 60° abliegende Oberflächenteile von je 1 cm² zusammen betrachten und findet, daß die 6 cm² zusammen eine konstante Zugkomponente $6 \cdot \left(\frac{B}{5000}\right)^2 \cdot \frac{dB}{dH} \cdot x$ ergeben, denn

$$\cos^2 \Theta + \cos^2 (60^0 + \Theta) + \cos^2 (120^0 + \Theta) = \frac{3}{2}.$$

So ist es für mehrpolige Maschinen ganz allgemein gültig, daß für eine Exzentrizität x der gesamte einseitige magnetische Zug F_x berechnet werden kann, indem man den größten einseitigen magnetischen Zug für 1 cm² aus Formel (3) mit einem Viertel der gesamten Poloberfläche multipliziert. Wir nennen A die Fläche eines Polschuhs in cm², und $2p$ die Polzahl. So erhalten wir den einseitigen Zug

$$F_x = \frac{pA}{2} \cdot 4 \cdot \left(\frac{B}{5000}\right)^2 \cdot x \cdot \frac{dB}{dH}$$

$$= 2pA \cdot \left(\frac{B}{5000}\right)^2 \cdot x \cdot \frac{dB}{dH} \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

Die wichtige Frage ist nun: Wie ändert sich dieser Wert bei Verstärkung der Erregung? Solange die magnetische Charakteristik durch eine Gerade dargestellt ist, ist $\frac{dB}{dH}$ konstant, daher wird der einseitige magnetische Zug in quadratischem Verhältnis mit der Luftsättigung B wachsen. Sowie aber auch nur eine kleine Sättigung des Eisens ins Spiel kommt, wird das Verhältnis $\frac{dB}{dH}$ mit wachsender Erregung kleiner werden, und die Untersuchung zeigt, daß schon bei ganz mäßiger Sättigung ein Punkt erreicht wird, in dem die Abnahme des Differentialquotienten $\frac{dB}{dH}$ rascher erfolgt als die Zunahme von B^2, und daß von diesem Punkte an bei steigender Erregung der einseitige magnetische Zug sich verringert. Wir nennen die Sättigung, bei der der maximale einseitige Zug auftritt, die „kritische" Sättigung. Ganz gleichgültig, mit welcher normalen Sättigung eine Maschine arbeitet, der mechanischen Berechnung der Maschine muß der bei der kritischen Sättigung auftretende magnetische Zug zugrunde gelegt werden, denn jede Maschine ist Spannungsänderungen unterworfen. Bei Inbetriebsetzung, bei Überlastung und Entlastung kommen abnormale Spannungen vor.

In Abb. 5 ist ein Verfahren gezeigt, um den Ausdruck $B^2 \cdot \frac{dB}{dH}$ für den ganzen Verlauf der Magnetisierungskurve graphisch darzustellen. Für einen Punkt M der Sättigungskurve I ist die Ordinate $NM \doteq B$ aufgetragen und ein Lot MP auf die Kurve gezogen. Der Winkel NMP ist identisch mit dem Winkel α, den die Tangente im Punkte M mit der Horizontalen einschließt, daher ist

$$NP = NM \cdot \operatorname{tg} \alpha = B \cdot \operatorname{tg} \alpha = B \cdot \frac{dB}{dH},$$

und die Fläche des Dreieckes NMP ist

$$\frac{1}{2} \cdot BB \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{B^2}{2} \cdot \frac{dB}{dH}.$$

Auch für einen zweiten Punkt m ist ein solches Dreieck $n\,m\,p$ gezeichnet.

Wenn die Dreiecke für die verschiedenen Kurvenpunkte gezeichnet werden, sind die Dreieckflächen stets der Funktion

$$B^2 \cdot \frac{dB}{dH}$$

proportional.

Um nun für jede Erregung den magnetischen Zug nach Formel (3) in einer Kurve darzustellen, ist es nur notwendig, die verschiedenen Dreiecke alle auf die gleiche Basis, z. B. $NR = nr$ in Abb. 5 zu reduzieren. Die bekannte geometrische Konstruktion der Verbindung von R mit M und das Ziehen einer Parallelen PS zu der erstgenannten Verbindungslinie ergibt die Höhe NS eines flächengleichen Dreieckes NRS mit der Grundlinie NR. (Die Linie RS ist in die Abbildung nicht eingezeichnet.) Ebenso ergibt sich der Punkt s, und die Verbindungslinie all dieser Punkte ergibt die stark ausgezogene Kurve II in Abb. 5. Der rechts eingezeichnete Maßstab ergibt dann den Zug für 1 cm² nach Formel (3) für $x = 1$ mm. Der erste Teil dieser Kurve ist natürlich eine Parabel mit vertikaler Achse, aber fast unmittelbar, nachdem die magnetische Charakteristik die gerade Linie verläßt und sich zu krümmen beginnt, erreicht die Kurve des einseitigen magnetischen Zuges ihr Maximum und fällt von da an ständig.

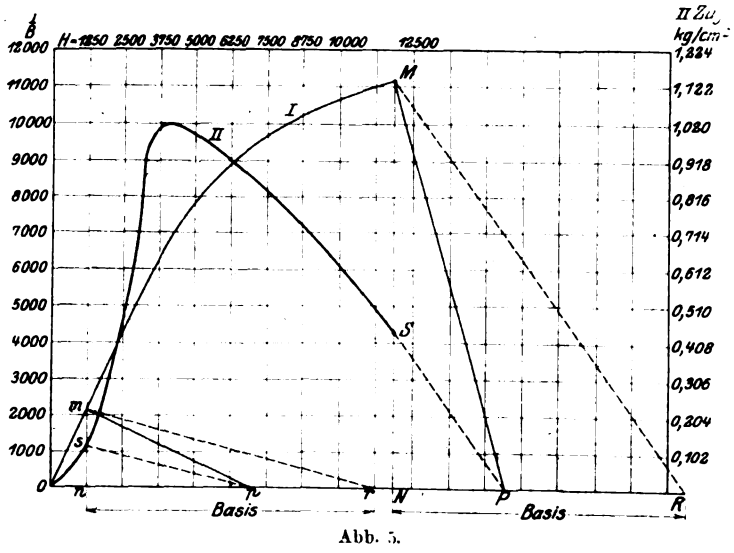


Abb. 5.

In der Regel wird man es vorziehen, den Ausdruck $B^2 \cdot \frac{dB}{dH}$ nicht graphisch, sondern rechnerisch zu ermitteln, und wird dabei den Differentialquotienten $\frac{dB}{dH}$ durch einen Differenzquotienten ersetzen, indem man neben einem Punkt der magnetischen Charakteristik 2 Nachbarpunkte rechts und links betrachtet, und die Differenz ihrer Induktionen durch die Differenz ihrer magnetomotorischen Kräfte dividiert. Nur für wenige Punkte ist diese Bestimmung notwendig.

Die Art der magnetischen Charakteristik, wie sie Kurve I in Abb. 5 darstellt, trifft für die allermeisten elektrischen Maschinen zu. Bei manchen Maschinen, besonders bei Erregermaschinen, und auch bei Turbogeneratoren mit zylindrischem Felde verwendet man aber bisweilen einen sehr geringen Eisenquerschnitt in einem ganz kurzen Teile des magnetischen Kreises, so daß sich dort eine starke Sättigung geltend macht, lange bevor die anderen Eisenteile gesättigt sind. In einem solchen Falle zeigt die magnetische Charakteristik entweder nahezu vom Anfang an eine fast kontinuierliche Krümmung, oder es können zwei deutlich unterschiedene Kniee in der Charakteristik bemerkt werden. In diesem letzteren Falle hat die Kurve, die den einseitigen magnetischen Zug darstellt, unter Umständen 2 Höcker oder 2 örtliche Maxima, aber das Maximum, das dem zweiten Knie der Magnetisierungskurve entspricht, ist das höhere.

Es ist nicht notwendig, für die praktische Anwendung die BH-Kurve besonders zu zeichnen. Es genügt auch die Kurve, die die Spannung E in Abhängigkeit vom Erregerentstrom i darstellt, denn

$$B^2 \cdot \frac{dB}{dH}$$

ist auch proportional dem Ausdruck

$$E^2 \cdot \frac{dE}{di}$$

Es ist auch nicht notwendig, die magnetische Charakteristik ihrem ganzen Verlauf nach zu verfolgen. Wir brauchen nur ein klein wenig über den geradlinigen Teil der magnetischen Charakteristik hinausgehen, dann kommen wir bald zu einem Punkt, dessen Ordinate nur 10% über der eines früheren Punktes gelegen ist, während die Neigung der Tangente schon 20% weniger beträgt als die Neigung der Tangente im vorher betrachteten Punkt. Der einseitige magnetische Zug für den letzteren Punkt ist daher nicht größer als für den vorhergegangenen Punkt, und die kritische Sättigung wird irgendwo zwischen den beiden Punkten gelegen sein. Am bequemsten für die Behandlung des Gegenstandes ist es, nur den geradlinigen Teil der Magnetisierungscharakteristik zu benutzen, ihn aber ein wenig über seinen wirklichen Verlauf fortzusetzen, bis zu einem „offiziellen Endpunkt", den wir noch näher zu bestimmen

Digitized by Google

haben. Nun finden wir bei Betrachtung solcher magnetischer Charakteristiken, die mit einem erheblichen geradlinigen Teil beginnen, daß, wenn die Krümmung einmal merkbar wird, sie sich auch rasch verschärft. Wenn einmal die Neigung der Tangente $^5/_6$ von der Neigung des geradlinigen Teils geworden ist, so nimmt sie bei weiterem Fortschreiten auf der Magnetisierungskurve weit mehr ab, als die Induktion zunimmt, und das Maximum des einseitigen magnetischen Zuges wird meist schon in der Nähe jenes Kurvenpunktes erreicht, dessen Tangente eine Neigung von $^5/_6$ von der des geradlinigen Teiles hat. Um für den maximalen einseitigen Zug einen Näherungswert zu erhalten, der den genau ermittelten ein wenig übersteigt, genügt es nach vielen vom Verfasser durchgerechneten Beispie'en, sich die geradlinige Charakteristik fortgesetzt zu denken, bis zu einem Ordinatenwert, der gleich ist der Ordinate in jenem Punkte der Magnetisierungscharakteristik, dessen Tangente eine Neigung von $^5/_6$ des geradlinigen Teiles hat. In Abb. 6, welche

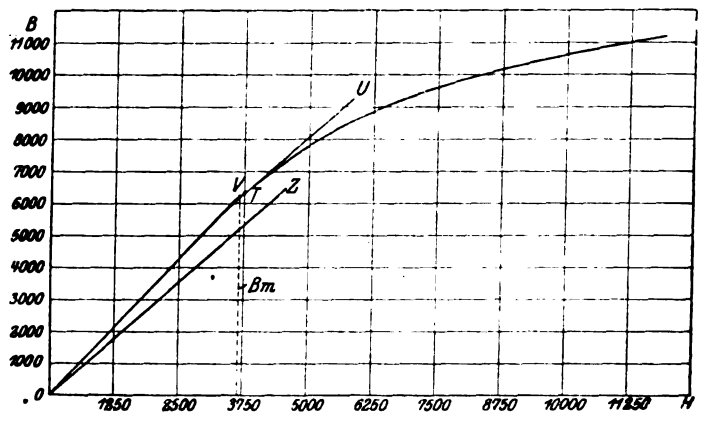


Abb. 6.

die Magnetisierungskurve I von Abb. 5 mit doppeltem Abszissenmaßstab zeigt, ist eine Linie OZ gezogen, deren Ordinate für eine gegebene Abszisse $^5/_6$ von jener des geradlinigen Teiles der Magnetisierungskurve ist, und es wird der Punkt T der Magnetisierungskurve bestimmt, dessen Tangente TU parallel zu OZ ist. Die Sättigung B_m des Punktes T wird dann betrachtet, als ob sie der Endpunkt der geradlinigen Charakteristik wäre, die geradlinige Charakteristik wird mit anderen Worten bis zu einem Punkte V fortgesetzt, dessen Ordinate denselben Wert hat, wie die des Punktes T.

Es ist nicht notwendig, daß die kritische Sättigung tatsächlich im oder vor dem Punkte T erreicht wird, wo die Neigung $^5/_6$ der Neigung des geradlinigen Teiles ist, aber dadurch, daß wir diesen Punkt als Endpunkt der geradlinigen Charakteristik auffassen, ihm also einen Differentialquotienten $\frac{dB}{dH}$ zubilligen, der 20% über dem wirklichen Werte liegt, erhöhen wir den dabei gerechneten magnetischen Zug um 20% über den der wirklichen Sättigung entsprechenden Wert, und dies gibt einen Spielraum, der für praktische Zwecke genügend ist.

Wir können daher in der Formel (4), um den Maximalwert zu bestimmen, B ersetzen durch den so angenähert bestimmten kritischen Wert B_m und für $\frac{dB}{dH}$ den konstanten Wert des geradlinigen Teiles der magnetischen Charakteristik einsetzen. Dann können wir $x \cdot \frac{dB}{dH}$ ersetzen durch das Verhältnis $\frac{x}{a_1}$, wenn a_1 den virtuellen Luftspalt darstellt, oder einen Luftspalt, der bei gänzlich ungesättigter Maschine eine ebenso große MMK verbraucht als der wirkliche Luftspalt und der zu einem Pol gehörige Eisenweg zusammen. a_1 ist bei größeren Maschinen etwa 0,5 bis 1 mm größer als der mechanische Luftspalt a. Die Formel für den einseitigen magnetischen Zug kann daher geschrieben werden in der folgenden einfachen Form

$$F_x = 2\,p\,A \cdot \left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 \cdot \frac{x}{a_1} \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

Statt der gesamten Polfläche $2\,p\,A$ können wir auch setzen $c\,\pi\,D\,L$, wenn c das Verhältnis des Polbogens zur Polteilung, D den Durchmesser und L die wirkliche Länge des Läufers darstellt, nach Ausscheidung von Lüftungsschlitzen, falls solche vorhanden sind. Die Formel lautet dann:

$$F_x = c\,\pi\,D\,L \cdot \left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 \cdot \frac{x}{a_1} \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

Der Faktor c ist im allgemeinen von $^2/_3$ nur wenig verschieden.

Bei Maschinen mit sehr kleinem Luftspalt, wie ihn z. B. Induktionsmotoren haben, ist der virtuelle Luftspalt bis zu 30% und selbst mehr über dem Werte des mechanischen Luftspaltes gelegen; bei Dynamos, insbesondere Turbodynamos, ist das Verhältnis zwischen virtuellem und mechanischem Luftspalt nahezu 1.

In den Formeln (5) und (6) sind die Dimensionen von D und L in Zentimetern einzusetzen, während die Exzentrizität x und der virtuelle Luftspalt a_1, da nur ihr Verhältnis in Betracht kommt, beide entweder in Zentimetern oder beide in Millimetern eingesetzt werden können.

Der einseitige Zug für eine Exzentrizität von 1 mm ist gegeben durch die Formel

$$F_1 = c\,\pi\,D\,L \cdot \left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 \cdot \frac{1}{a_1} \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

wobei a_1 in Millimetern einzusetzen ist.

Aus Formel (6) können wir in einfacher Art den Grenzwert für den überhaupt möglichen, einseitigen, magnetischen Zug aufstellen. Dieser tritt dann ein, wenn der Läufer an den Ständer streift, wenn also die Exzentrizität gleich dem mechanischen Luftspalt wird, oder

$$x = a\,.$$

Der Bruch

$$\frac{x}{a_1}$$

wird dann wohl nicht ganz, aber nahezu $= 1$ werden.

$$F_a = c\,\pi\,D\,L \cdot \left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 \cdot \frac{a}{a_1}$$

$$= c\,\pi\,D\,L \cdot \left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (8$$

Mit anderen Worten, es ist der einseitige magnetische Zug beim Anstreifen des Läufers an den Ständer fast gleich der gesamten Polschuhfläche in Quadratzentimetern multipliziert mit der von der kritischen Luftinduktion erzeugten Zugkraft auf den Quadratzentimeter. (Vergl. Formel (1).)

Bei geringerer Exzentrizität ist der obige Wert mit dem Verhältnis der Exzentrizität zu dem virtuellen Luftspalt zu multiplizieren.

Wenn z. B. bei einer 40-poligen Maschine jeder Polschuh eine Fläche von 650 cm² bedeckt und die kritische Sättigung 6300 Linien/cm² ausmacht (Charakteristik von Abb. 5 und 6), so wird das beim Streifen des Läufers an dem Ständer erzielte Maximum des magnetischen Zuges annähernd betragen

$$40 \cdot 650 \cdot \left(\frac{6300}{5000}\right)^2 = 40 \cdot 650 \cdot 1{,}59 = 41\,260\ \text{kg}\,.$$

Diese Maschine (deren Sättigungskurve dem Buche „Specification and Design of Dynamo-Electric Machinery" von Miles Walkers entnommen ist) hat einen wirklichen Luftspalt von 5,1 mm und einen virtuellen Luftspalt von 5,8 mm, daher wird der einseitige Zug bei 1 mm Exzentrizität betragen

$$\frac{1}{5{,}8} \cdot 41\,200 = 7100\ \text{kg}\,.$$

In dem genannten Beispiel sind die kritische Luftsättigung 6300 und die dazu gehörigen Höchstsättigungen in den schmiedeisernen Blech- und Stahlgußteilen der Maschine etwa 11 000 bis 13 000 Linien auf den cm². Der durch die vereinfachte Konstruktion der Abb. 6 gerechnete Wert des magnetischen Zuges übersteigt den durch die genauere Ermittlung nach Kurve II in Abb. 5 gerechneten Wert um etwa 6%.

Bei Dynamos der Gesellschaft für elektrische Industrie, die von den Herren Sonns und Lorenz nachgerechnet wurden, ergaben sich folgende Werte:

Bei einer Maschine war die genau ermittelte kritische Sättigung 6150. Nach dem Annäherungsverfahren ergab sich der offizielle Endpunkt der geradlinigen Charakteristik mit dem kleineren Werte 5570, aber der daraus gerechnete einseitige Zug war 14% größer als der bei der wirklichen kritischen Sättigung aufgetretene.

Bei einer anderen Maschine war die kritische Sättigung 5400, der offizielle Endpunkt der geradlinigen Charakteristik 4770, das Resultat 12% höher als das wirkliche; bei einer dritten Maschine wirkliche kritische Sättigung 5570, offizieller Endpunkt der geradlinigen Charakteristik 5000 mit 14% zu hoch berechnetem magnetischen Zug.

Alle diese Beispiele gehören vielpoligen Maschinen an.

Im allgemeinen wird die kritische Luftsättigung wohl kaum den Wert $B_m = 7070$ überschreiten, welchem Wert ein Zug von 2 kg/cm² entspricht.

Für eine vorläufige Überschlagsrechnung kann daher als möglicher Grenzwert für den einseitigen Zug das Produkt aus gesamter Polfläche mal 2 kg/cm² angenommen werden, für den Fall, daß der Läufer den Ständer streift.

Je geringer die Eisenquerschnitte (Kern-, Zahn- und Polquerschnitt) im Verhältnis zur Polschuhfläche sind, desto kleiner wird die kritische Sättigung B_m.

(Fortsetzung folgt.)

Die Entwicklung des elektrisch betriebenen Flaschenzuges.

Von **Dipl.-Ing. Wintermeyer**, Berlin-Südende.

Übersicht. **Es werden die für den Bau des elektrischen Teiles von Elektroflaschenzügen gültigen, allgemeinen Gesichtspunkte angegeben. Nach der Lage des Motors zur Seiltrommel (bezw. Lastkettennuß) können die Elektroflaschenzüge eingeteilt werden in solche, bei denen Motor und Seiltrommel in derselben senkrechten Ebene oder in derselben wagerechten Ebene angeordnet sind, Auch im Innern der Seiltrommel ist der Antriebsmotor angeordnet worden Diese Bauart stellt die jüngste Entwicklungsstufe des Elektroflaschenzuges dar.**

Während der elektrische Betrieb auf den meisten Gebieten des Hebezeugbaues schon seit Jahren alle anderen Betriebsarten verdrängt hat, hat der elektrisch betriebene Flaschenzug erst in neuerer Zeit sich neben dem von Hand betriebenen Flaschenzug Geltung verschaffen können. Dies mag darin seinen Hauptgrund gehabt haben, daß von einem Flaschenzug in erster Linie Beweglichkeit und gedrängte Anordnung verlangt wird, da er bald hier bald dort zur Verwendung kommen soll, durch Einbau von Antriebsmotor nebst Steuerungsteilen aber der Flaschenzug natürlich schwerer und infolgedessen auch unhandlicher ausfallen muß als ein Handflaschenzug gleicher Leistung. Dieser Übelstand konnte aber als beseitigt

Digitized by Google

angesehen werden, als es gelungen war, kleine Elektromotoren billig, betriebssicher und verhältnismäßig leicht herzustellen.

Die für den Bau elektrisch betriebener Flaschenzüge maßgebenden allgemeinen elektrischen Gesichtspunkte sind folgende: Elektroflaschenzüge müssen sich sowohl für den Betrieb durch Gleichstrom als auch durch Wechselstrom (Drehstrom) eignen. Motor und der bei größeren Leistungen erforderliche Anlasser sind mit Rücksicht darauf, daß Flaschenzüge viel in staubreichen Betrieben oder im Freien Verwendung finden, völlig zu kapseln. Die Zuleitung des elektrischen Stromes geschieht in der Regel durch eine bewegliche Kabelleitung, die entweder fest mit der Netzleitung verbunden oder aber mittels Steckkontaktes an beliebigen Stellen angeschlossen werden kann. Der Anlasser wird meist durch zwei Zugseile bedient, welche beim Loslassen von selbst durch Federkraft od. dergl. in die Nullstellung, die dem Stillstand der Last entspricht, zurückgehen. Nicht selten sind die elektrisch betriebenen Flaschenzüge mit einem Endausschalter versehen, der beim Überschreiten der zulässigen Hakenstellung den Strom ausschaltet. Diese Endausschalter werden nicht nur für die höchste, sondern vielfach auch für die tiefste Hakenstellung vorgesehen, um die Betriebssicherheit ganz unabhängig von der Aufmerksamkeit des Bedienenden zu gewährleisten.

Hinsichtlich des mechanischen Aufbaues der Hauptteile eines Elektroflaschenzuges, bestehend aus Motor, Getriebe und Seiltrommel (bzw. Kettennuß), gilt der Grundsatz, daß eine möglichst gedrängte und geschlossene Bauart anzustreben ist, um einerseits ein leichtes Gewicht und damit eine leichte Transportfähigkeit, anderseits eine geringe Bauhöhe und damit eine große Hubhöhe zu erzielen, so daß der Flaschenzug auch dort verwandt werden kann, wo nur wenig Raum für seine Aufhängung zur Verfügung steht. Auch ist zu beachten, daß nach Möglichkeit eine gleichmäßige Massenverteilung zu beiden Seiten der senkrechten Mittellinie des Flaschenzuges anzustreben ist, um insbesondere eine Lagenveränderung des Flaschenzuges bei Belastung zu verhüten.

Das als Übersetzungsmittel zwischen Motor und Seiltrommel bzw. Kettennuß dienende Getriebe ist entweder ein Schneckengetriebe, ein Stirnrädergetriebe oder ein gemischtes, d. h. aus Schnecken- und Stirnradgetriebe zusammengesetztes Getriebe. In einzelnen Fällen dienen Gelenkketten zur Übertragung der Drehung des Motors. So verwendet die Firma Schindler & Co. in Luzern eine geräuschlos arbeitende Renoldkette. Während Zahnräder nur einen Eingriff mit wenigen Zähnen gestatten, sind bei derartigen Kettentrieben viele Zähne im Eingriff.

Von besonderer Bedeutung für den Gesamtaufbau eines Elektroflaschenzuges ist die Lage von Motor und Seiltrommel (bzw. Lastkettennuß) zueinander. Der Motor liegt entweder ober- oder unterhalb der Seiltrommel oder in derselben wagerechten Ebene wie die Seiltrommel oder ist endlich innerhalb der Seiltrommel angeordnet. Bei den ersten Anfängen des Elektroflaschenzuges war der Motor in der Regel über der Seiltrommel angeordnet. Nach und nach näherte man den Motor immer mehr der Ebene der Seiltrommel, und der Elektroflaschenzug mit im Innern der Seiltrommel liegendem Motor ist erst in jüngster Zeit ausgebildet worden.

Der Elektroflaschenzug vereinigt die Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit des elektrischen Kranes mit der vielseitigen Verwendbarkeit, Handlichkeit und geringen Bauhöhe des Handflaschenzuges. Um seine Verwendungsmöglichkeit noch vielseitiger zu machen, wird er vielfach mit einem Fahrwerk, das entweder von Hand oder durch einen besonderen kleinen Fahrmotor angetrieben wird, ausgerüstet. Mit Hilfe dieses Fahrwerkes kann der Flaschenzug auf dem Unterflansch von I-Eisenträgern verfahren werden, um schnell nach dem Ort seiner Bestimmung zu gelangen.

Einen Elektroflaschenzug mit senkrecht über der Seiltrommel liegendem Antriebsmotor und Stirnrädergetriebe zeigt Abb. 1. Der Motor *m* arbeitet durch ein Stirnräderpaar auf die Lasttrommel *t*, auf die sich das Lastseil aufwickelt. Eine vollkommen symmetrische Gewichtsverteilung läßt sich bei dieser Anordnung leicht dadurch erzielen, daß das Stirnräderpaar doppelt, also auf den beiden Stirnseiten des Gehäuses ausgeführt wird. Für größere Leistungen ist diese symmetrische Anordnung nicht durchführbar, da alsdann ein Anlasser erforderlich ist, und hierdurch das Gleichgewicht gestört wird. Hier ist es üblich, das Stirnrädergetriebe auf der einen Seite der senkrechten Mittellinie und den Anlasser als Gewichtsausgleich auf der gegenüberliegenden Seite anzubringen.

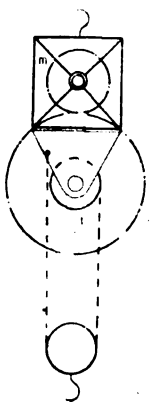


Abb. 1. Elektroflaschenzug mit über der Seiltrommel liegendem Motor.

Die Anordnung nach Abb. 1 ist in der Weise weiter ausgebildet worden, daß als Übersetzungsmittel zwischen Motor und Lasttrommel zwei Stirnräderpaare benutzt werden, deren Vorgelegewellen senkrecht untereinander liegen. In diesem Falle liegt also senkrecht unter der Motorwelle die erste Vorgelegewelle und senkrecht unter dieser die zweite Vorgelegewelle mit der Lasttrommel. Da bei dieser Anordnung die Bauhöhe eine sehr große ist, ist sie bald wieder verlassen worden. Dieser Nachteil wird dadurch beseitigt, daß Trommelwelle (bzw. Kettennußwelle) und Vorgelegewelle nebeneinander angeordnet werden (Abb. 2). In dieser Bauart hat der elektrisch betriebene Flaschenzug mit unterhalb des Motors liegender Lasttrommel und zwei Stirnräderpaaren mehrfach Anwendung gefunden.

In Abb. 3 ist ein Elektroflaschenzug mit einem Schneckengetriebe als Übersetzungs-

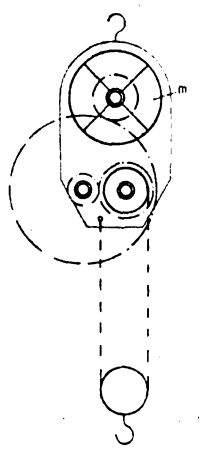


Abb. 2. Elektroflaschenzug mit über der Trommel angeordnetem Motor und mehrfachem Stirnrädergetriebe.

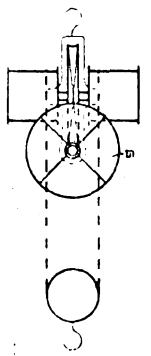


Abb. 3. Elektroflaschenzug mit über der Trommel angeordnetem Motor und Schneckengetriebe.

mittel zwischen Motor und Lasttrommel dargestellt. Die Lasttrommel, die aus zwei Hälften, zu beiden Seiten des Schneckenrades und auf gleicher Welle sitzend, gebildet ist, liegt nicht unter dem Motor wie in der Regel üblich, sondern in abweichender Weise oberhalb derselben.

Wie bereits erwähnt, kommt bei elektrisch betriebenen Flaschenzügen als Übersetzungsmittel auch ein gemischtes Getriebe zur Anwendung. Diesen Fall bringt Abb. 4 zur Darstellung. Hier wirkt der oberhalb der Lasttrommel angeordnete Motor zunächst durch ein Schneckengetriebe und dann noch durch ein Stirnräderpaar auf die Lasttrommel. Die Abbildung bringt eine Ausführungsform der Firma Weyermann zur Darstellung. Ein mittlerer aus Profileisen gebildeter Rahmen trägt oberhalb und unterhalb auf der einen Seite Motor *m* und Anlasser *a*, auf der anderen Seite das Getriebe und die Seiltrommel *t*. Motor und Anlasser bilden also ein Gegengewicht für das gegenüberliegende Getriebe nebst Seiltrommel.

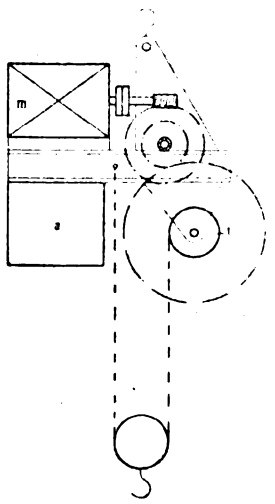


Abb. 4. Elektroflaschenzug mit über der Trommel angeordnetem Motor und gemischtem Getriebe.

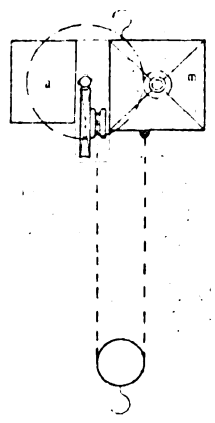


Abb. 5. Elektroflaschenzug Bauart Gese.

Den Übergang zu den elektrisch betriebenen Flaschenzügen, bei denen Motor und Seiltrommel bzw. Kettennuß in derselben wagerechten Ebene liegen, bilden die Flaschenzüge Abb. 5 u. 6. Bei dem Flaschenzug Abb. 5 ist das aus einem Stirnräderpaar und Schnecke nebst Schneckenrad bestehende Übersetzungsgetriebe nebst Kettennuß in der Mitte eines Rahmens angeordnet, der seitlich davon den Motor *m* und den Anlasser *a* trägt. Diese Anordnung stellt einen weit verbreiteten Elektroflaschenzug dar. Der Darstellung Abb. 5 ist eine Ausführungsform der Firma Gese zugrunde gelegt. Bemerkenswert bei den Geseschen Flaschenzügen ist noch, daß sie nur bis zu einer Nutzlast von 5000 kg als Einmotoren-Flaschenzüge ausgeführt werden. Für größere Leistungen werden sie mit zwei Motoren ausgerüstet, da ein Motor allein auf der einen Seite zu schwer werden und der Flaschenzug daher unbelastet nicht mehr wagerecht hängen würde. Bei einem derartigen Zweimotoren-Flaschenzug werden zwei kleinere Motoren auf entgegengesetzten Seiten der Kettennuß angebracht wobei beide Motoren gemeinsam in Reihenschaltung in das auf der Schneckenachse befindliche Zahnrad eingreifen.

Die Firma Piechatzek, die ebenfalls Elektroflaschenzüge baut, bei denen Getriebe und Kettennuß in einem mittleren Rahmen untergebracht sind, während der Hubmotor

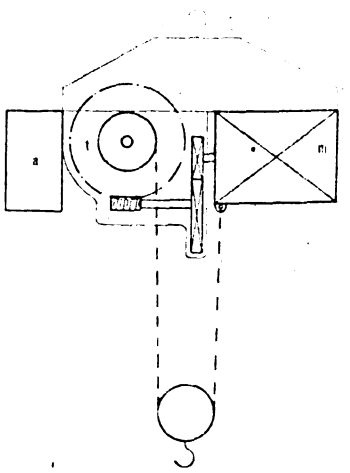


Abb. 6. Elektroflaschenzug. Bauart Brown-Hoisting Mach. Co.

auf der einen Seite dieses Rahmens, der Anlasser auf der anderen Seite desselben sich befinden, sieht an der oberen Deckplatte des Flaschenzugrahmens neben dem Aufhängehaken noch eine besondere Öse über dem Antriebsmotor vor, durch die eine Kette oder Seil

Digitized by Google

geschlungen und am Aufhängepunkt befestigt wird. Auf diese Weise wird eine zweite Aufhängung geschaffen und so unter allen Umständen erreicht, daß der Flaschenzug auch in unbelastetem Zustand genau gerade hängt.

Abb. 6 stellt eine Bauart der Brown-Hoisting Mach. Co. dar, die sich dem soeben behandelten Flaschenzug eng anschließt. Motor *m* nebst Anlasser *a*, Getriebe und Seiltrommel *t* hängen bei ihr an der Unterseite eines gemeinsamen Tragrahmens. Trommel und Getriebe (gemischtes Getriebe) befinden sich in der Mitte, Motor und Anlasser zu beiden Seiten.

Eine noch größere Herabminderung der Bauhöhe ermöglichen diejenigen Flaschenzüge mit elektrischem Antrieb, bei denen die Mittelachsen von Motor nebst Anlasser, Getriebe und Seiltrommel bzw. Kettennuß in derselben wagerechten Ebene liegen. Beispiele hierfür zeigen Abb. 7 bis 11.

Bei dem Flaschenzug Abb. 7 (amerikanische Bauart) ist die Antriebswelle des Antriebsmotors *m* durch die Trommel *t*, unabhängig von dieser drehbar, hindurchgeführt und

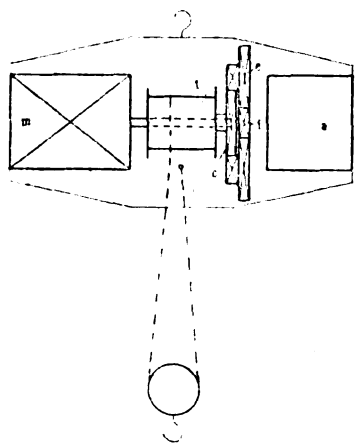


Abb. 7. Elektroflaschenzug mit durch die Trommel hindurchgeführter Antriebswelle.

arbeitet mit seinem Antriebsrad *f* auf die Zahnräderpaare *e*, die sich um eine im Flaschenzuggestell festgelagerte Achse drehen. Das Zahnräderpaar *e* steht anderseits im Eingriff mit einem Zahnkranz *c*, der an der Seiltrommel festsitzt. Auf diese Weise wird die Seiltrommel *t* von dem unmittelbar neben ihr angeordneten Motor unter Zwischenschaltung eines doppelten Zahnrädervorgeleges angetrieben. Neben dem Getriebe ist noch der Anlasser *a* angeordnet. Das Ganze ist von einem zylindrischen Gehäuse umgeben, so daß ein sicherer Abschluß, insbesondere der Getriebeteile, erzielt ist.

Die Yale & Towne Mfg. Co. verwendet bei ihren Elektroflaschenzügen ein Planetenradgetriebe, bei dem Motor, Anlasser, Getriebeteile und Kettennuß mit ihren Mittelachsen gleichfalls in gemeinsamer wagerechter Ebene liegen (vgl. Abb. 8). Der Motor *m* wirkt durch

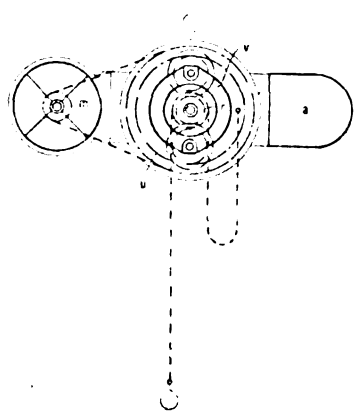


Abb. 8. Elektroflaschenzug, Bauart Yale & Towne Mfg. Co

eine endlose Kette auf das Antriebsrad *r* des Planetengetriebes, das im Eingriff mit zwei gegenüberliegenden Zahnrädern, den sogenannten Planetenrädern steht. Auf der Achse dieser Planetenräder sitzen zwei weitere Räder, die an einer feststehenden Innenverzahnung *u* des Gehäuses sich abwälzen. Die beiden Zahnradsätze sind in einem gemeinsamen drehbaren Gehäuse *v* gelagert, das mit der Lastkettennuß fest verbunden ist. Auf der dem Motor gegenüberliegenden Seite des Gehäuses ist der Anlasser *a* angeordnet. Die ausführende Firma bezeichnet diesen Flaschenzug als „Triplex-Flaschenzug" mit elektrischem Antrieb. Bezüglich der Abmessungen sei bemerkt, daß ein solcher Flaschenzug z. B. für eine größte Tragkraft von 1000 kg eine geringste Entfernung zwischen Aufhänge- und Lasthaken von 558 mm bei einer Breite von 457 mm und einer Länge von 888 mm hat, während sein Gewicht 181,4 kg beträgt. Dieser Flaschenzug hebt die größte Last in 10 h 240 mal 1,5 m hoch.

Wie aus dem Bericht über die Hebezeuge der Schweizer Landesausstellung Bern 1914 (vergl. die Schweiz. Bauzeitung, Bd. 67, S. 15) zu entnehmen ist, baut auch die „Gießerei Bern" Elektroflaschenzüge, bei denen Antriebsmotor, Trommel und das zum Übersetzen dienende Planetengetriebe in derselben Ebene angeordnet sind. Das Planetengetriebe mit feststehendem äußeren Hohlrad, an dem sich die inneren Räder abwälzen, ist in ähnlicher Weise wie bei dem Flaschenzug Abb. 7 im Gehäuse auf der dem Antriebsmotor gegenüberliegenden Seite angeordnet. Zwischen beiden ist die auf der Antriebswelle lose sitzende Windentrommel gelagert. Bei einem Flaschenzug dieser Art von 2 t Tragkraft beträgt der Trommeldurchmesser 200 mm, und die Last hängt an 4 Seilsträngen. Der Antriebsmotor ist ein Drehstrommotor von 2,65 kW und 965 Umdr./Min.

Dasselbe Ziel der Herabminderung der Bauhöhe des Flaschenzuges durch Anordnung sämtlicher Teile in einer gemeinsamen wagerechten Ebene erreicht die Firma Schlösser & Feibusch dadurch, daß sie Seiltrommel und Motor mit ihren Längsachsen nebeneinander legt (Abb. 9 bis 11). Die Gewichte des Motors *m* und des Anlassers *a* bilden ein Gegengewicht zur Seiltrommel *t* und dem Zahnräderwerke. Eigenartig an diesem durch D. R.-P. Nr. 281 874 (1915) geschützten Flaschenzug ist, daß die Aufhängeachse eine Berührende an der Seiltrommel bildet, und daß auf der Motorseite in geeignetem Abstand von der Aufhängeachse ein Befestigungsmittel für das Seilende angebracht ist. Der Flaschenzug kann daher ohne eine Veränderung der Lage der Aufhängeachse je nach Erfordernis unter Benutzung einer losen Rolle für einfache (Abb. 9) oder bei unmittelbarem Anhub nach Umlegen des Seiles für doppelte Hubgeschwindigkeit (Abb. 10) be-

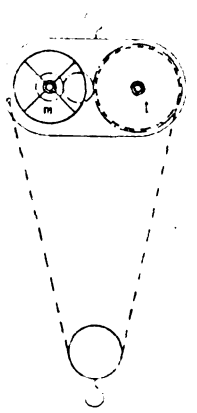


Abb. 9. Elektroflaschenzug, Bauart Schlösser & Feibusch mit loser Rolle.

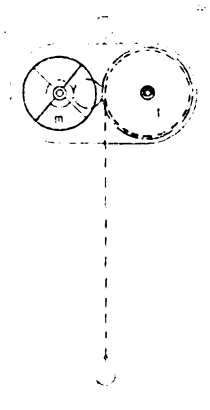


Abb. 10. Elektroflaschenzug, Bauart Schlösser & Feibusch mit unmittelbarem Anhub.

nutzt werden. Es ist also dieser Flaschenzug mit unmittelbarem Anhub für kleinere Lasten verwendbar, und es sind nur einfache, an Ort und Stelle leicht vorzunehmende Handgriffe erforderlich, um ihn auch für größere Lasten mit halber Hubgeschwindigkeit geeignet zu machen. Die den Motor, Seiltrommel und sämtliche Getriebeteile umgebende Kapselung kann zwecks gründlicher Reinigung oder Instandsetzung in wenigen Minuten vollständig entfernt werden; auch kann alsdann der Motor durch Lösen einiger Schrauben ohne weiteres herausgenommen werden. Zum Nachsehen des Motors genügt das Aufschlagen einer Klappe.

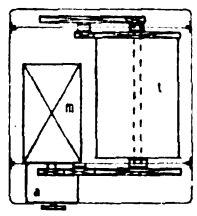


Abb. 11. Grundriß zu Abb. 9 u. 10.

Der Elektroflaschenzug mit im Innern der Seiltrommel angeordneten Motor ist aus dem Bestreben entstanden, eine gedrängte und geschlossene Bauart, der diese Hebezeugart ihre Erfolge verdankt, in vollkommenstem Maße zu erzielen. Denn da bei dieser Bauart der Motor im Innern der Trommel des Flaschenzuges liegt, so ist einerseits die Bauhöhe eine überaus geringe, anderseits sind die empfindlichsten Teile des Flaschenzuges gegen äußere Beschädigungen durch Anschlagen oder Anstoßen an Gegenstände geschützt und können gegen Witterungseinflüsse mit Leichtigkeit durch Einkapselung geschützt werden. Werden außer dem Motor auch sämtliche Getriebeteile im Innern der Seiltrommel angeordnet, so entsteht eine Bauart, die sich durch gedrängteste und geschlossenste Form sowie geringste Breitenausdehnung auszeichnet, daher auch entsprechende Bedeutung und Beachtung gefunden hat.

Die Anordnung, bei der nur der Motor im Innern der Trommel, das Getriebe aber seitlich daneben liegt, hat Verbreitung nicht gefunden, da sie dem Streben nach gedrängter, geschlossener Bauart nicht vollkommen entspricht. Das Gleiche gilt von der Ausbildung des Antriebsmotors in der Weise, daß die Feldwicklung des Motors fest mit der Trommel verbunden im Innern derselben angeordnet, also nur der Anker der Trommel gegenüber verschiebbar ist. Denn diese Bauart gestattet wohl eine leichte Zugänglichkeit des Ankers, aber nicht eine solche der Wicklungen.

Von besonderer Wichtigkeit ist natürlich bei diesen Elektroflaschenzügen, bei denen die Antriebs- und Getriebeteile von dem Trommelgehäuse umgeben sind, daß eine leichte Zugänglichkeit aller dem Verschleiß oder der Beschädigung leicht unterworfenen Teile gewährleistet ist. Die Rheiner Maschinenfabrik wird dieser Forderung bei ihrer in Abb. 12 dargestellten Konstruktion (D. R. P.) dadurch gerecht, daß die Motor- bzw. Ankerwelle und die Getriebewelle voneinander getrennt und mit sich beim Ein- und Ausbau des Motors selbsttätig kuppelnden bzw. entkuppelnden Kupplungsteilen versehen sind. Hierdurch wird erreicht, daß der Motor herausgenommen werden kann, ohne daß es nötig ist, das auf der Motorwelle sitzende Antriebsritzel *r* oder die ebenfalls auf der Motorwelle angeordnete Bremse abzubauen. Die Kupplungsteile der Motor- und Getriebewelle sind gabelförmig ausgebildet, so daß sie leicht ineinander geschoben werden können. Die verlängerte Ritzelnabe dient als Kupplungsmuffe, durch die die Kupplung in der richtigen Lage gehalten wird. Der Darstellung Abb. 12 ist eine Ausführungsform zugrunde gelegt, bei der die Seiltrommel auf einem Kugelkranz frei drehbar ist und ihren Antrieb von dem im Innern der Trommel angeordneten Motor *m* mittels der im Flaschenzuggestell fest gelagerten Zwischenräder *z* empfängt, die einerseits in das Motorritzel *r*,

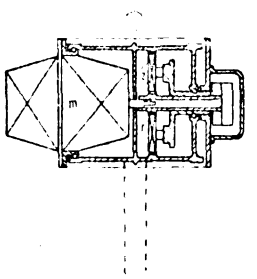


Abb. 12. Elektroflaschenzug, Bauart Rheiner Maschinenfabrik.

Digitized by Google

anderseits in einen mit der Trommel fest verbundenen Innenzahnkranz eingreifen.

Die Deutsche Maschinenfabrik A. G. bringt Elektroflaschenzüge mit im Innern der Seiltrommel liegendem Motor und Triebwerk auf den Markt, bei denen (Abb. 13) das dem Motor im Innern der Seiltrommel gegenüberliegende Triebwerk aus einem Planetengetriebe mit in dem umlaufenden Träger *q* gelagerten Rädern *o* und aus einem Zahnrädervorgelege besteht, dessen Zwischenräder *p* am Gehäusedeckel fest gelagert sind. Dieses Triebwerk gestattet bei verhältnismäßig geringer Rauminanspruchnahme eine hohe Übersetzung, so daß sich unschwer eine Übersetzung von 1 : 150 und mehr erreichen läßt. Das Getriebe kann nach Lösen des Seitendeckels ohne weiteres Zerlegen als ein Ganzes aus der Hubtrommel herausgezogen werden. Auch der Motor kann nach Lösen des anderen Seitendeckels des Flaschenzuggehäuses unabhängig von der Seiltrommel aus dem Gehäuse herausgezogen werden. Es sei auch noch darauf verwiesen, daß die Last mittels zweirolliger Unterflasche am viersträngigen Seil hängt, und daß die Enden des Seiles in den entgegengesetzt laufenden Rillen der Trommel aufgewickelt werden, während die beiden mittleren Stränge über eine am Gehäuse angeordnete Ausgleichrolle (*u* in Abb. 13) laufen. Durch Einhängen des Elektroflaschenzuges in den Haken eines Handkranes kann dieser in einen solchen mit elektrischem Hubwerk verwandelt und so den Vorteilen des elektrischen Antriebes zugänglich gemacht werden.

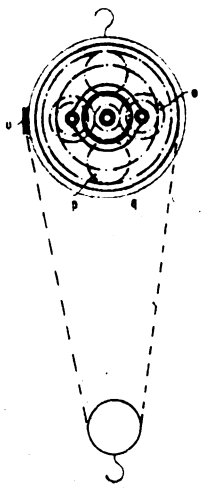


Abb. 13. Elektroflaschenzug, Bauart Deutsche Maschinenfabrik.

Um das Anwendungsgebiet ihrer Elektroflaschenzüge noch zu vergrößern, versieht die Deutsche Maschinenfabrik die Motorwelle an ihrem rückwärtigen Ende mit einem aus dem Gehäuse hervorragenden Wellenstumpf, an dem eine feste oder biegsame Welle angeschlossen werden kann, so daß auf diese Weise der Flaschenzug nach Abnahme der Lastseile auch zu anderen Zwecken, beispielsweise zum Antrieb von Bohr- oder anderen Werkzeugmaschinen benutzt werden kann. Durch Aufstecken einer Kurbel oder eines Handrades auf den Wellenstumpf kann ferner der Elektroflaschenzug beim Ausbleiben des elektrischen Stromes auch von Hand betrieben werden.

Zum Schluß sei noch darauf verwiesen, daß in jüngster Zeit auch der Drehstrom-Kollektormotor, der schon auf so manchen andern Gebieten des Kran- und Hebezeugbaues mit den anderen Motorarten in Wettbewerb getreten ist, als Antriebsmotor für elektrisch betriebene Flaschenzüge benutzt wird. Der Hauptforderung nach möglichst gedrungener und leichter Bauart des Flaschenzuges wird der als Antriebsmittel dienende Kollektormotor insofern gerecht, als er ohne Widerstände und Anlasser arbeitet, eine Belastung des Flaschenzuges durch diese Teile also nicht erforderlich ist. Bezüglich der besonderen Ausführungsart derartig betriebener Flaschenzüge ist zu bemerken, daß der Läufer des Motors in der Regel direkt mit der Schneckenwelle verbunden ist. Die Verdrehung der Bürstenbrücke, wodurch bekanntlich die Steuerung des Kollektormotors erfolgt, geschieht durch Einwirkung auf eine Steuerscheibe mittels herabhängender Zugschnüre o. dergl. Auch hier erfolgt durch Federwirkung die Zurückführung der Steuerscheibe in die wirkungslose Mittellage beim Loslassen der Zugschnüre. Desgleichen wird auch hier davon Gebrauch gemacht, daß das Zurückführen der Bürstenbrücke in die Nullstellung und damit eine Stromunterbrechung selbsttätig bewirkt wird, sobald der Lasthaken seine Endstellung erreicht hat. Daß ferner beim Einschalten des Kollektormotors die bekannte Stoppbremse gelüftet wird, um beim Ausschalten des Motors wieder von selbst einzufallen, bedarf nur kurzer Erwähnung.

Vergütungszähler.

Von **W. Stumpner**, Nürnberg.

Übersicht. **Es wird auf den neuen Wattstunden-Vergütungszähler aufmerksam gemacht, welcher sich auch als Vergütungszähler mit beschränkter Stromabnahme eignet und in Pauschalanlagen für einen gemischten Pauschaltarif angewendet werden kann.**

Die hauswirtschaftlichen Kraftstromverbraucher, wie Bügeleisen, Milchwärmer usw. haben in letzter Zeit eine immer größere Verbreitung gefunden. Von den Abnehmern wird es unangenehm empfunden, daß sie für diese Apparate den Kraftstrompreis nur dann zugestanden erhalten, wenn sie für diese Apparate eine besondere Kraftstromleitung mit Kraftstromzähler erstellen. Die Kosten für diese Neuanlage stehen meistens in einem Mißverhältnis zu dem Stromverbrauch. In der „ETZ", 1909, S. 831 und 1914, S. 798, wurden bereits Vergütungszähler beschrieben. Die bekannten Apparate sind Zeitzähler, bei welchen das Uhrwerk durch ein Hitzdrahtrelais[1]) oder durch ein elektromagnetisches Relais ausgelöst wird. Den Zeitzählern haften prinzipielle Nachteile an, z. B. muß das Uhrwerk immer wieder aufgezogen werden. Vergißt der Abnehmer das Aufziehen des Uhrwerkes, so muß er den Kraftstrom zum Lichtpreis bezahlen, was zu unangenehmen Auseinandersetzungen führt. Man muß dabei vorausschicken, daß die hauswirtschaftlichen Kraftstromverbraucher vielfach von Dienstboten bedient werden. Ein weiterer Übelstand ist, daß der Zeitzähler nur für einen Kraftstromverbraucher richtig ist, was auch das Beispiel in der „ETZ" 1909, S. 832, zeigt. Nach diesem Beispiel ist der Vergütungszähler für 3,5 A eingestellt, und es kostet dabei die kWh Kraftstrom 0,20 M. Verwendet der Abnehmer einen Kraftstromverbraucher von 4 A, so zahlt er 0,25 M, bei einem Kraftstromverbraucher von 5 A 0,32 M für 1 kWh. Da der Stromverbrauch der hauswirtschaftlichen Kraftstromverbraucher sehr unterschiedlich ist, z. B. eine Brennscheere und ein Heizapparat, so sieht man, daß sich mit einem Zeitzähler der Verbrauch dieser Stromverbraucher nicht ermitteln läßt. Das Elektrizitätswerk kommt mit dem Zeitzähler nicht zu Schaden, da es für Apparate mit größerem Stromverbrauch höhere Einnahmen für die Kilowattstunde erzielt, aber dem Abnehmer verleidet diese Preissteigerung die Anwendung der Kraftstromverbraucher überhaupt.

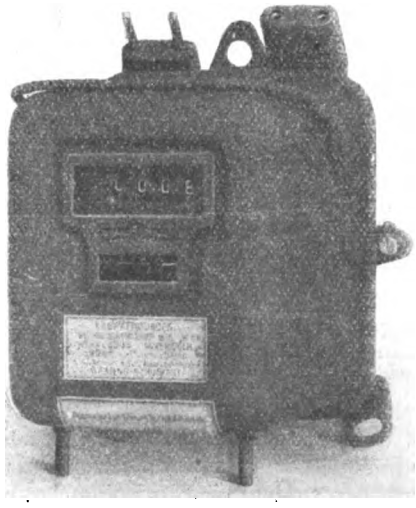


Abb. 1. Wattstunden-Vergütungszähler Form W 5 h

[1]) Vgl. „Mitteilungen d. Vereinig. d. El.-W.", Nr. 153, S. 808.

Vorstehende Nachteile werden beseitigt durch einen Vergütungszähler, der Wattstunden anzeigt. Abb. 1 zeigt den Vergütungszähler Form W 5 h der Siemens-Schuckertwerke in geschlossenem Zustande, die Abb. 2 denselben

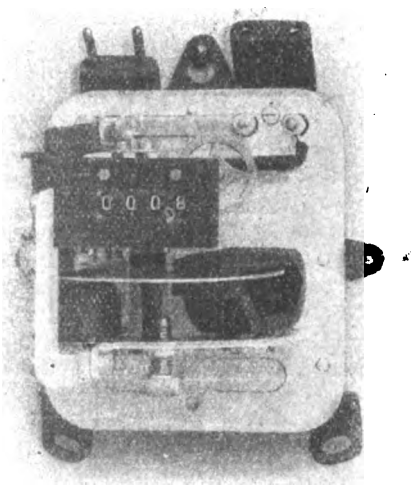


Abb. 2. Inneres des Wattstunden-Vergütungszählers Form W 5 h.

geöffnet. Es ist ein tragbarer Wattstundenzähler für Wechselstrom, der Füße zum Aufstellen besitzt. Das normale Anschlußklemmenstück ist fortgelassen, dafür ist oben ein Stecker und eine Steckdose angebracht, so daß er mittels Schnurverbindung an jede normale Steckdose angeschaltet werden kann. An die Steckdose der Vergütungszähler wird der Kraftverbraucher angeschlossen. Der Wattstunden-Vergütungszähler unterscheidet sich von einem normalen Wattstundenzähler außer dieser äußeren Anschlußvorrichtung und den Füßen nur durch eine stärkere Bremsfahne, welche so eingestellt werden kann, daß der Anlauf des Zählers erst bei ¼ seiner Nennlast erfolgt. Dies ist vielleicht erwünscht, damit die Abnehmer nicht etwa Stehlampen oder einzelne Lampen hinter den Vergütungszähler schalten und diese zum Kraftstrompreis brennen. Zu verhindern ist nicht, daß der Abnehmer eine größere Anzahl Lampen hinter den Vergütungszähler schaltet, dies ist aber unwahrscheinlich, da er für die große Lichtquelle keinen Bedarf haben wird.

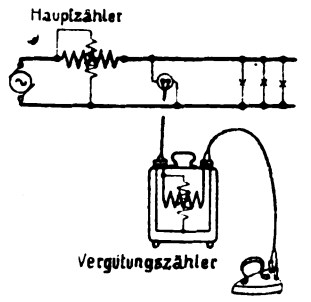


Abb. 3. Schaltung des tragbaren Vergütungszählers.

Die Schaltung zeigt Abb. 3. Alle tragbaren Vergütungszähler haben einige Nachteile, z. B. werden sie leicht heruntergeworfen und geraten dadurch in Unordnung. Anderseits sind sie meistens nicht leicht aufzufinden, wenn der Zählerableser sie ablesen will. Auch kann es vorkommen, daß der Vergütungszähler bei einem Umzug des Abnehmers mitgenommen wird, was besonders unangenehm ist, wenn der Abnehmer in eine andere Stadt verzieht. Um diesen Nachteilen zu begegnen, ist der W 5 h - Zähler noch mit 3 Befestigungsösen wie ein normaler Zähler ausgerüstet und kann auch fest angebracht werden. Es hat sich gezeigt, daß in kleinen Wohnungen die Kraftstromverbraucher zumeist nur an einem bestimmten Ort der Wohnung angeschlossen werden. Dieser Gedanke ist auch in einer Patentanmeldung von Ingenieur Fähnel, Berlin-

Digitized by Google

Steglitz, verwertet worden, welcher den Vergütungszähler mit normalem Anschluß für die Stromzuleitung verwendet und die Stromentnahme durch angebrachte Steckdosen ermöglicht, wovon eine für Licht und eine für Kraft ist (Abb. 4). Die Schaltung ist so, daß nur der aus der Kraftsteckdose entnommene Strom an dem Vergütungszähler angezeigt wird.

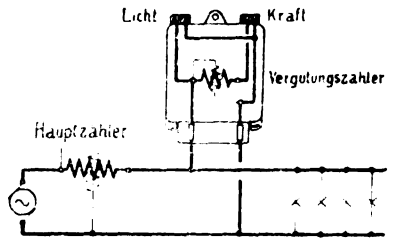


Abb. 4. Schaltung des fest angebrachten Vergütungszählers mit Steckdose für Licht- und Kraftentnahme.

Die Vergütungszähler können den Elektrizitätswerken dadurch unbequem werden, daß die Kraftstromverbraucher ihre Stromentnahme allzusehr steigern. Diesen Unannehmlichkeiten der Verwendung von Vergütungszählern vorzubeugen, ist der Zweck des DRP. 291 763. Die Erfindung besteht in einer Einrichtung, welche die Registrierung im Vergütungszähler selbsttätig abstellt, wenn der Kraftstromverbraucher einen bestimmten Wattbetrag überschreitet. Diesen Betrag wird man möglichst nahe dem höchstzulässigen Kraftstromverbrauch festlegen. Da die Vergütungszähler gewöhnlich so eingerichtet sind, daß sie erst bei einem bestimmten Verbrauch zu registrieren anfangen, so wird also durch die Erfindung ein Vergütungszähler geschaffen, der nur zu bestimmten Werten der Belastung den Kraftstromverbrauch zu registrieren im Stande ist. In einer Anlage, in der verschiedene Stromverbraucher vorhanden sind, wird man den Vergütungszähler etwa so einrichten, daß er bei Anschluß des kleinsten Stromverbrauchers zu registrieren anfängt und bei geringer Überschreitung des größten Stromverbrauchers zu registrieren aufhört. Der Abnehmer kann also gleichzeitig keine höhere Leistung zum Kraftstrompreise entnehmen, als das Elektrizitätswerk zulassen will. Überschreitet der Abnehmer die festgesetzte Grenze, so zahlt er den ganzen Stromverbrauch zum Lichtpreis nach den Angaben des Hauptzählers.

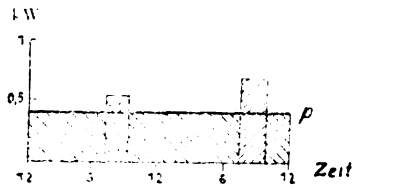


Abb. 5. Belastungsschaubild für die Wirkungsweise des Pauschalzählers.

Der Wattstunden-Vergütungszähler eignet sich auch noch zur Verwendung in Pauschalanlagen und dient in diesem Falle als Hauptzähler, weshalb er zweckmäßig ohne Stecker mit normalem Anschlußklemmenstück zur festen Anbringung an einem bestimmten Ort eingerichtet wird.

Pauschalanlagen mit Strombegrenzer haben den Nachteil, daß der Abnehmer nicht in der Lage ist, mehr als den pauschalierten Strom zu entnehmen. Für die Elektrizitätswerke ist dies von großem Nachteil, weil bekanntlich der Strombegrenzer gleichbedeutend ist mit einem Einnahmebegrenzer. Da 1 kW/Jahr pauschal mit etwa 350 M berechnet wird, so ist es für die Pauschalabnehmer unwirtschaftlich, eine Pauschale abzuschließen, die ihnen die gelegentliche Anwendung von hauswirtschaftlichen Kraftstromverbrauchern gestatten würde. Der Pauschalzähler Modell W 5 p beseitigt die vorgenannten Nachteile. Die Wirkungsweise ist aus der Abb. 5 zu ersehen. Bis zu der pauschalierten Leistung p ist der Zähler durch die eingestellte Bremsfahne verhindert, zu registrieren. Der Abnehmer bezieht bis zur Grenze p seinen Strom nach dem Pauschalsatz. Bei Überschreitung der Leistung p registriert der Zähler an dem Zählwerk den Gesamtverbrauch. Die angezeigten Kilowattstunden können zu einem mäßigen Preis berechnet werden, weil ein Teil derselben schon durch den Pauschalbetrag gedeckt ist. Durch diesen Zähler werden dem Pauschaltarif einige seiner Härten und Nachteile genommen.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Einfluß unvollkommener Dielektrika in dem Felde eines Strahlers für Funkentelegraphie.

[J. M. Miller. Scientific Papers of the Bur. of Stand., Nr. 269, 1916, S. 129.]

Messungen von C. Fischer[1]) und L. W. Austin[2]) haben gezeigt, daß der wirksame Widerstand eines Strahlers in der folgenden Weise von der Wellenlänge abhängt. Geht man von derjenigen Wellenlänge aus, welche der Grundschwingung des Strahlers entspricht, so nimmt der Widerstand mit wachsender Wellenlänge bis zu einem Minimum ab, um von da an ungefähr linear mit der Wellenlänge anzusteigen. Die anfängliche Abnahme des Widerstandes erklärt sich aus der Abnahme der ausgestrahlten Wellenenergie mit steigender Wellenlänge. Der zugehörige sogenannte „Strahlungswiderstand" ist dem Quadrat der Wellenlänge umgekehrt proportional. Es bot aber bisher gewisse Schwierigkeiten, zu erklären, weshalb der Widerstand schließlich doch wieder zunimmt. Austin[3]) wies darauf hin, daß sich der Strahler in diesem Wellenbereich ebenso wie ein Kondensator mit dielektrischer Nachwirkung verhält. Er schloß daraus, daß die Widerstandszunahme von den Energieverlusten herrührt, die in den im elektrischen Felde des Strahlers vorhandenen, unvollkommenen Dielektriken entstehen. Der Umstand, daß nach seinen Versuchen die Widerstandszunahme der Strahler auf Schiffen geringer war als bei den Landstationen, ließ ihn vermuten, daß der Erdboden der Sitz der dielektrischen Verluste sei. Diese Ansicht hält indessen der Nachprüfung nicht stand. Berechnungen von True[4]) und Reich[5]), die sich auf die von Zenneck[6]) bestimmten Werte der Leitfähigkeiten und der Dielektrizitätskonstanten verschiedener Bodenarten stützen, haben ergeben, daß selbst bei der hohen Frequenz von $3 \times 10^5\ s^{-1}$ (entsprechend 1000 m Wellenlänge) der Leitungsstrom den Verschiebungsstrom im Erdboden um das Hundertfache übertrifft, daß somit weder ein nennenswertes elektrisches Feld noch merkliche dielektrische Verluste in der Erde zustande kommen können. Der Verfasser hat das auch durch die Nachmessung eines Kondensators bestätigt, dessen Dielektrikum teils aus Luft, teils aus einer Schicht Erde bestand. Er verhielt sich wie ein reiner Luftkondensator mit einem konstanten, d. h. von der Wellenlänge unabhängigen Vorschaltwiderstand. Nur wenn die Erdschicht sehr scharf getrocknet und gut gelockert war, konnte eine geringe dielektrische Nachwirkung festgestellt werden.

Bekanntlich weisen Luftkondensatoren, z. B. Drehkondensatoren, eine ganz erhebliche Nachwirkung auf, wenn ihr elektrisches Feld auch nur geringe Mengen schlechter Dielektrika durchsetzt. Dieser wohlbekannte Umstand brachte den Verfasser auf den Gedanken, die an Strahlern beobachtete Nachwirkung ähnlichen Ursachen zur Last zu legen. Zur Nachprüfung dieser Annahme hat er die folgenden Versuche ausgeführt.

1. Es wurde ein Strahler gebaut, der in seiner Nähe, wo das Feld stark ist, keine schlechten Dielektrika enthielt, der aber nur 30 cm über dem Erdboden ausgespannt war, um die Wirkung des Bodens möglichst hervortreten zu lassen. Der Strahler bestand aus sechs parallel verlaufenden Drähten, die Nachbarschaft von Bäumen und Gebäuden war gemieden. Die Strahldrähte wurden von vier Holzpfählen getragen, waren aber durch doppelte Porzellanglocken von ihnen isoliert und verliefen etwa 1 m abseits von den Pfählen. Ein ähnlich isolierter Zuführungsdraht verlief nach dem Gebäude, in dem die Messungen ausgeführt wurden; er endigte unmittelbar innerhalb einer Fensteröffnung. Die Kapazität des Strahlers betrug 850 $\mu\mu$F. Die Kurve A in Abb. 1 stellt die Abhängigkeit des Strahlerwiderstandes von der Wellenlänge dar; sie zeigt nur einen ganz unbedeutenden Anstieg bei größeren Wellenlängen, der vermutlich von dem durch das Gebäude beeinflußten Zuführungsdraht herrührt.

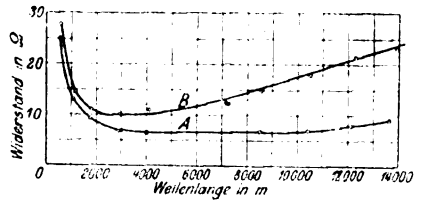


Abb. 1. A Widerstand eines Strahlers mit sehr niedrigen Absorptionsverlusten. B Einfluß einer kleinen Zusatzkapazität mit Widerstand Porzellanrollen auf Holzpfählen.

2. Nun wurden von dem Strahler Drähte abgezweigt, die um Porzellanrollen geschlungen waren, welche auf den Holzpfählen saßen. Die Kapazität wurde dadurch nur um 40 $\mu\mu$F, d. h. um weniger als 5% erhöht. Da aber diese Zusatzkapazität über das Holz, d. h. über einen schlechten Isolator mit der Erde verbunden ist, so bewirkt sie eine wesentliche und mit der Wellenlänge zunehmende Erhöhung des Strahlerwiderstandes (Kurve B in Abb. 1).

3. Die Kurve C in Abb. 2 zeigt den Verlauf des Strahlerwiderstandes für den Fall, daß die Zuleitung bis in die Mitte des Zimmers (in etwa 5 m Abstand vom Fenster) lief, während im übrigen die Bedingungen des Versuchs 1 eingehalten waren. Die Kapazitätszunahme betrug 60 $\mu\mu$F. Zum Vergleich ist die beim Versuch 1 erhaltene Kurve des Widerstandes (Kurve A in Abb. 1) in Abb. 2 gestrichelt eingezeichnet. Der erhebliche Einfluß des verhältnismäßig kurzen innerhalb des Gebäudes gelegenen Drahtstückes ist sehr bemerkenswert.

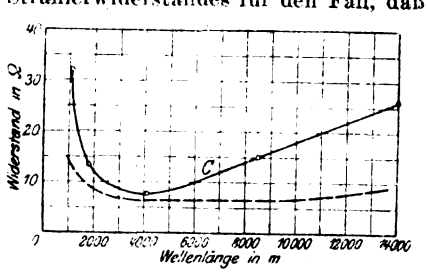
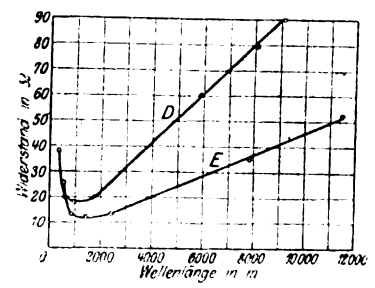


Abb. 2. C Einfluß der im Innern des Gebäudes verlaufenden Zuleitung auf den Widerstand des Strahlers.

4. Die Kurven D und E (Abb. 3) beziehen sich auf Strahler, die gänzlich innerhalb des Gebäudes verliefen; im ersten Fall betrug die Kapazität des Strahlers 290 $\mu\mu$F, im zweiten Fall doppelt soviel. Die Widerstandswerte der Kurve D sind etwa doppelt so groß wie die der Kurve E, wie es bei Kondensatoren von entsprechender Größe und mit gleichen dielektrischen Leistungsfaktoren zu erwarten ist. Der Leistungsfaktor ergibt sich aus den Werten nach Abb. 3 für 10 000 m Wellenlänge zu etwa 0,005, entsprechend einem Verlustwinkel von 17 min.



D Strahlerkapazität = 580 $\mu\mu$F.
E " " = 580 $\mu\mu$F.

Abb. 3. Widerstände von Strahlern die ganz im Innern eines Gebäudes liegen.

Für einen anderen Strahler, der aus drei an der Außenwand des Gebäudes in etwa 40 cm Abstand von der Mauer senkrecht hochgeführten Drähten bestand, ist die Gesamtkapazität zu 800 $\mu\mu$F und der Wirkwiderstand bei 10 000 m Wellenlänge zu 25 Ω bestimmt worden. Dies entspricht einem dielektrischen Verlustwinkel von etwa 13 min.

[1]) C. Fischer, „Phys. Zeitschr.", Bd. 12, 1911, S. 295.
[2]) L. W. Austin, „Jahrb. d. drahtl. Telegr.", Bd. 5, 1911/12, S. 574.
[3]) L. W. Austin, „Jahrb. d. drahtl. Telegr.", Bd. 9, 1915, S. 498.
[4]) H. True, „Jahrb. d. drahtl. Telegr.", Bd. 5, 1911/12, S. 125.
[5]) M. Reich, „Jahrb. d. drahtl. Telegr.", Bd. 5, 1911/12, S. 176, 253.
[6]) J. Zenneck, „Ann. d. Phys.", Bd. [illegible], S. [illegible].

Digitized by Google

5. Endlich ist auch der Einfluß von Bäumen auf den Strahlerwiderstand untersucht worden. Es wurde ein Strahler hergestellt, der aus zwei Paralleldrähten bestand, die in 5 m Höhe über dem Erdboden von dem Meßzimmer bis zu einem 20 m davon entfernten Baum gezogen waren. Außerdem war noch ein 6 m langer Draht vorhanden, der auf Porzellanrollen auf den Baumästen verlegt war. Die Kurve *F* in Abb. 4 zeigt den Verlauf des Widerstandes,

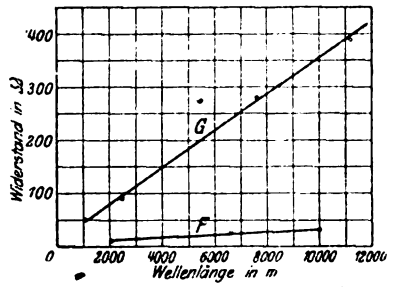


Abb. 4. Kurve *G* zeigt die starke Erhöhung des Widerstandes durch einen Baum. Kurve *F* bezieht sich auf denselben Strahler nach Abschaltung des auf den Baumästen verlegten Seiles.

wenn der Strahler nur aus den beiden Paralleldrähten bestand. Die Kapazität betrug 390 $\mu\mu$F. Wurde dann noch der auf den Baumästen verlegte Draht angeschlossen, so stieg die Kapazität auf 540 $\mu\mu$F, der Widerstand folgte nunmehr der Kurve *G* in Abb. 4. Dieser bedeutende Widerstandszuwachs entspricht einer Zunahme des Phasenwinkels auf 2°. Die Messungen wurden im Winter ausgeführt, während der Baum entlaubt war.

Aus diesen Versuchen ergibt sich als Richtschnur für den Bau von Strahlern, daß man die Drähte möglichst frei durch die Luft führen, die Nachbarschaft von Gebäuden und Bäumen meiden und sorgfältig darauf achten soll, daß sich keine unvollkommenen Dielektrika im elektrischen Felde des Strahlers befinden, namentlich dort, wo das Feld beträchtliche Stärke besitzt. *K. W. W.*

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Das neue Haupt-Telegraphenamt in Berlin.
[Arch. f. Post u. Telegraphie, Bd. 1917, S. 401.]

Für das Haupt-Telegraphenamt Berlin, das sich aus der im Jahre 1850 mit fünf Linien eröffneten „Königlichen Telegraphen-Central-Station" entwickelt hat, sind im Jahre 1913 neue Betriebs- und Verwaltungsräume fertiggestellt worden. Das in dem Grundstücksblock zwischen Oranienburger-, Artillerie-, Ziegel- und Monbijoustraße untergebrachte neue Dienstgebäude ist mit allen neuzeitlichen Mitteln ausgerüstet, die die Technik für den Betrieb und die Wohlfahrt des Personals bietet. Ober-Postinspektor Giesecke schildert an der Hand von Plänen die Raumeinteilung des neuen Amtes. Mit Rücksicht auf die durch den Krieg geschaffenen besonderen Verhältnisse sind bisher nur einige Sonderbetriebe des alten Amtes in das neue Gebäude verlegt worden. *Kr.*

Beleuchtung und Heizung.

Eine Wolfram-Glühlampe mit hohem Wirkungsgrad.
[E. A. Gimigham u. B. R. Mullard. Journ. Inst. El. Eng., Bd. 54, S. 15.]

Außer den von uns bereits beschriebenen Formen der neuen Wolframglühlampe, die

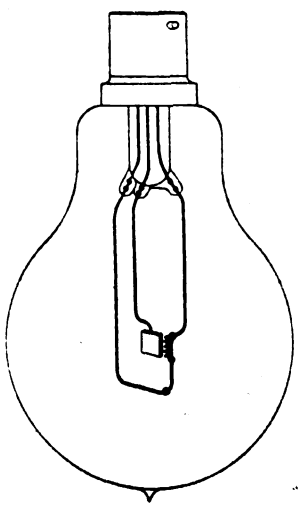


Abb. 5.

eigentlich eine Vakuumbogenlampe mit Wolframelektroden ist[1]), wird noch eine weitere Form für höhere Lichtstärken beschrieben. Während bei den kleineren Formen ein Ausdehnungsstreifen die Zündung bewirkt, dem gleichzeitig auch die Aufgabe zufällt, den Lichtbogen an verschiedenen Stellen der einen fadenförmigen Elektrode anbeißen zu lassen, wird hier nach Abb. 5 eine dritte Leitung durch das Glühlampenfüßchen hindurchgeführt, die eine kleinere Elektrode in festem Abstande zwischen einer positiven Elektrodenplatte und dem Faden festhält. Durch Betätigung eines Wechselschalters wird zunächst ein Lichtbogen zwischen dem Faden als Kathode und der kleineren Elektrode als Anode erzeugt. Wird der Wechselschalter dann weiter geschaltet, so wird der Glühfaden ausgeschaltet und dafür die größere Elektrodenplatte als Anode eingeschaltet, während die kleinere Elektrode umgepolt wird. Bei dieser Anordnung können Elektroden jeder Größe benutzt werden. Um die günstigsten Resultate zu erhalten, muß aber ein bestimmtes Verhältnis zwischen Oberfläche und Rauminhalt innegehalten werden. Diese Lampenart kann für Leistungen von 500 bis 1000 HK hergestellt werden. Der Durchmesser des Ballons der 500 HK-Lampe ist nicht größer als rd 100 mm.

Die charakteristischen Kurven der Lampe sind in Abb. 6 gegeben. *A* zeigt die prozentuale

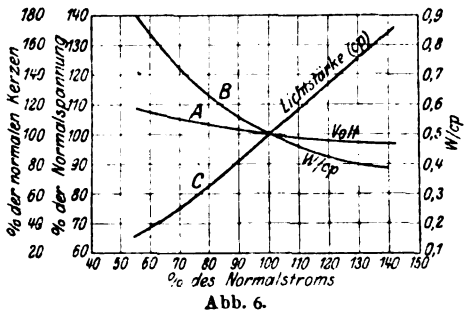


Abb. 6.

Änderung der Spannung mit der Stromstärke; die Kurve ist ähnlich der Spannungskurve einer Bogenlampe mit Reinkohlen. Bei steigender Stromstärke sinkt die Spannung stetig. Wenn der Zerspratzungspunkt erreicht wird, fällt die Spannung plötzlich ab. Der Wirkungsgrad wird durch die Kurve *B* dargestellt. Bei normaler Belastung beträgt der Wirkungsgrad 0,5 W für 1 intern. Kerze, oder 2 cp/W (1 cp = 1,11 HK). Die Stromstärke kann bis zum Zerspratzen des Wolframs gesteigert werden. Die Ausbeute beträgt dann 0,3 W/cp (0,27 W/HK) oder 3,33 cp/W (rd 3,7 HK/W). Die Kurve *C* zeigt die Änderung der Lichtstärke mit der Stromstärke.

Die Lebensdauer beträgt gegenwärtig etwa 500 h; man hofft aber, sie bis auf 800 h steigern zu können. Während der Lebensdauer sinkt die Lichtstärke um ungefähr 10%. Das Licht der Lampe ist sehr reich an kurzwelligen Strahlen, entsprechend dem Lichtbogen zwischen Wolframelektroden. Die Flächenhelle der neuen Lampe ist sehr beträchtlich. Sie beträgt 1720 HK/cm² gegen 172 HK/cm² bei der Vakuum-Wolframlampe und 64,5 HK/cm² bei der Kohlenfadenlampe. Bei der Wolfram-Gasfüllungslampe beträgt die Flächenhelle etwa 680 HK/cm². *lx.*

Drehender Lampenschirm als Reklame.
[Electr. Eng., Bd. 12. S. 471. 1 Sp., 3 Abb.]

Die British Thomson-Houston Co. bringt eine sinnreiche Reklameneuheit in Form eines sich drehenden durchsichtigen und mit Abbildung versehenen Lampenschirmes heraus. Durch einen besonders konstruierten Drahtrahmen wird es ermöglicht, diesen Schirm nicht nur bei aufrecht stehenden, sondern auch bei herabhängenden Lampen zu benutzen. Die Drehung erfolgt in beiden Fällen durch den beim Brennen der Lampen entwickelten aufsteigenden Wärmestrom. Nach Angabe der Quelle soll auch bei ausgeschalteter Lampe bei auffallendem Sonnenlicht eine Drehung stattfinden. *Th.*

Elektrizitätswerke, Kraftmaschinen, Arbeitsübertragung.

Von Elektrizitätswerken.

Berg (Bayern). Die Sägewerke Schneider & Cie. beabsichtigen, die Gemeinden Berg, Neulauterburg, Müchelberg, Scheibenhardt, Neuburg und Hagen mit elektrischem Strom zu versorgen.

Magdeburg. Zwecks Anschlusses der Vororte Fermersleben, Salbke und Westerhüsen an das Städtische Elektrizitätswerk wurden von der Stadt 0,169 Mill. M bewilligt.

Marienburg (Westpr.). Der Kreistag genehmigte den zwischen dem Staat und dem Kreise Marienburg abgeschlossenen 30jährigen Elektrizitätslieferungsvertrag, nach welchem die Lieferung elektrischen Stromes mindestens 2½ Jahre nach Friedensschluß erfolgen soll.

München. Zur Elektrizitätsversorgung Niederbayerns soll, wie die „Frkf. Ztg." berichtet, eine Bayerische A. G. Überlandwerk Niederbayern gegründet werden. Als Konzessionar für das Unternehmen tritt die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft auf, doch steht noch nicht fest, ob sie die Sache allein machen wird. Die Herstellungskosten sind auf rd 35 Mill. M veranschlagt, wovon 22 Mill. M auf die Leitungsanlage und 13 Mill. M auf die Transformatorstation einschließlich der Ortsnetze entfallen. Es soll in Niederbayern kein eigenes Kraftwerk gebaut, sondern der Strom aus dem Walchensee-Kraftwerk und von dem Kraftwerk an der unteren Isar[1]) bezogen werden. Insgesamt rechnet das Unternehmen mit einem Stromabsatz von 21 Mill. kWh. Der Bau soll 3 Monate nach Friedensschluß beginnen und dürfte 4 bis 5 Jahre in Anspruch nehmen.

Murgwerk[2]). Im Badischen Landtag wurden für den Anschluß der Elektrizitätswerke in Mannheim und Durlach an das Murgkraftwerk 0,235 Mill. M bereitgestellt.

Oberjesa (Hannover). Die Gemeinde beabsichtigt die Versorgung des Ortes mit elektrischem Licht durch Anschluß an das Kraftwerk der Stockhäuser Mühle.

Rheinhessen. Statt der monatlichen Abrechnung soll eine einmalige Gesamtabrechnung am Jahresschluß vorgenommen werden. Für den ungefähren Jahresverbrauch ist ein Pauschalbetrag von mindestens 50 M im voraus zu entrichten, der von der Gesellschaft mit 5% verzinst wird.

Saalach-Werk. An das Saalach-Werk wurde nunmehr das erste große industrielle Unternehmen, die elektrochemische Fabrik von Dr. Wacker in Burghausen angeschlossen. Die Fabrik soll mit dem Kraftwerk durch eine 75 km lange Fernleitung mit 50 000 V angeschlossen werden.

Tuttlingen (Württemberg). Das städtische Elektrizitätswerk soll an das Kraftwerk Laufenburg angeschlossen werden; die Kosten sind auf 0,185 Mill. M veranschlagt.

Wattenscheid. Die Stadtverordneten beschlossen, den Strompreis für Kraft von 14 auf 20 Pf und für Licht von 30 auf 40 Pf/kWh zu erhöhen.

Württemberg[3]) Die Zentralstelle für Gewerbe und Handel sprach sich, wie die „Frkf. Ztg." meldet, in der Frage der Einführung der elektrischen Großwirtschaft in Württemberg einstimmig dahin aus, daß ein Bedürfnis für eine einheitliche gesetzliche Regelung der Elektrizitätsversorgung des Landes von Staatswegen bestehe. Die bestehenden Elektrizitätswerke seien zu einer Gemeinschaft zusammenzuschließen, die im wesentlichen unter staatlichem Einfluß, aber auch unter Schonung der Bewegungsfreiheit der einzelnen Werke einen gegenseitigen Stromausgleich herbeiführe. Ablehnung fand dagegen der Gedanke einer Monopolisierung der Stromerzeugung.

Schweden (Trollhättan). Die Königliche Wasserfalldirektion hat der Regierung einen Vorschlag zur Errichtung eines Kraftwerkes bei Bilta-Edet am Trollhättan eingebracht. Die Kosten sind mit 9 Mill. Kr. veranschlagt.

Bahnen und Fahrzeuge.

Stromschiene und Fahrleitung auf der West-Jersey- und Seashore-Bahn.
[Proc. Am. Inst. El. Eng., Bd. 34, S. 1237.]

Die West-Jersey- und Seashore-Eisenbahn-Gesellschaft betreibt elektrisch ein 260 km umfassendes Überlandbahnnetz, dessen größerer Teil mit Stromzuführung durch Stromschiene ausgerüstet ist. Mit der Betriebsspannung von 700 V Gleichstrom werden Züge aus 2 bis 7 Wagen befördert. Zur Erzeugung des Betriebsstromes dienen mehrere Umformerwerke, die rd 17 km voneinander entfernt sind.

Die Anlage ist schon 10 Jahre im Betriebe, und es liegen wertvolle Erfahrungen vor. An den ersten Ausführungen der Stromschiene mußten umfangreiche Verbesserungen vorgenommen werden, und gleichzeitig wurde ein Teil der oberirdischen Fahrleitung entfernt und dafür eine Stromschiene verlegt. Ausgerüstet mit einer solchen sind z. Zt. rd 216 km Hauptstrecke und rd 8 km Nebenbahn, während mit oberirdischer Fahrleitung nur rd 32 km Bahn

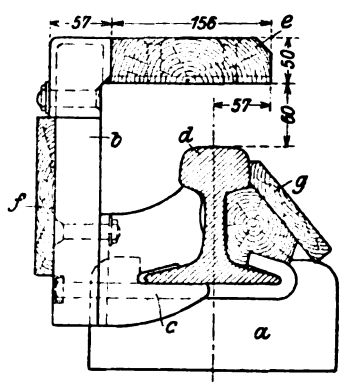
[1]) „ETZ." 1916, S. 160.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 572.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 840.
[3]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 33.

Digitized by Google

versehen sind. An den Anschlußstellen der Stromschiene an die als Erdkabel verlegte Speiseleitung wurden besondere Formstücke verwendet, die eine leichte Zugänglichkeit gewähren und den erforderlichen Feuchtigkeitsschutz bieten.

Die Stromschiene hat durchweg den üblichen Querschnitt der Schienen der Pennsylvania-Bahn, wiegt 49,5 kg/m und ist in Längen von 10 m verlegt. Sie hat die Leitfähigkeit von rd 6000 mm² Kupferquerschnitt. Die Schienenstöße sind mit zwei Kupferbändern von je 2500 mm² Querschnitt unter besonderen Stoßlaschen verbunden. Die Verbindungsstöpsel sind in Löcher von 25 mm Durchmesser, welche in die Schienen gebohrt wurden, mittels Schraubenpressen eingepreßt. An besonderen Stellen, wo die Stromschiene unterbrochen werden muß, sind Kabelverbindungen unterirdisch verlegt. Diese haben einen Kupferquerschnitt von rd 5000 mm², der aus zwei isolierten Kabeln gebildet ist. Die Kabelenden werden mit der Schiene durch je zwei blanke besonders geformte Kupferverbindungen verbunden. Eine Betonkappe oder ein -deckel paßt sich genau den oberen Kabelklemmen, die aus dem Schutzrohre herausschauen, an. Die Lage der Stromschiene zu den Fahrschienen ist dieselbe, wie bei der New Yorker Zentralbahn und Long-Island-Bahn. Die Isolatoren bestehen aus hartgebranntem Porzellan und sind auf Schwellen von 2,84 m Länge, in Abständen von rd 2,40 m oder auf jeder vierten Schwelle, befestigt. Eine neue Isolatorform ist kürzlich eingeführt worden, wobei zugleich die Anbringung der oberen Schutzbretter geändert wurde. Der Schutz der Stromschiene war ursprünglich nur an Haltestellen, an jeder Seite der Wegekreuzungen und in den Endwagenhallen oder Bahnhöfen zur Ausführung gekommen. Nachträglich wurde bei allen ungeschützten Schienen der Oberschutz angebracht. Ein besonderes Gußstück ist, wie aus Abb. 7 zu entnehmen, durch einen



a Isolator der dritten Schiene, b Gußstück, c Hakenschraube, d Stromschiene, e oberes, f seitliches Schutzbrett, g Seitenschutz.

Abb. 7. Anordnung der Stromzuführungsschiene.

Hakenbolzen an der Unterseite der Schiene befestigt, und trägt den ganzen Schutzbau. Die Schutzbretter von 50 cm Stärke sind durchschnittlich 2 m lang. An Stelle der alten Befestigungsform wurde später die Holzstrebe durch schmiedeeiserne, gut einstellbare Arme an den langen, die Isolatoren tragenden Schwellen, unabhängig von den Schienen, befestigt. Aneinanderstoßende Bretter wurden mittels schmiedeeiserner Platten verbunden. Das zum Schutz verwendete Holz wurde in keiner Weise bearbeitet, sondern es erhielt nur nach der Verlegung einen doppelten Kreosotanstrich.

Auf den Strecken mit Oberleitung sind meist Holzmaste in Abständen von 30 m aufgestellt. In Camden wurden Stahlrohrmaste verwendet. Soweit als möglich konnten die Hochspannungs-Fernleitungsmaste als Träger der Fahrleitung benutzt werden. Blitzableiter sind etwa 300 m voneinander entfernt in die Leitungen eingebaut. Alle Abspannungen, Ankerösen, Speisekabelösen und Verbindungsmuffen bestehen aus Bronze.

Die Streckenunterbrecher der Stromschiene sind in unmittelbarer Nähe der Unterwerke eingebaut. Sie bestehen aus einem Isolierblock, der in die Stromschiene eines jeden Gleises eingesetzt ist. Ursprünglich waren die Stromschienen aller Strecken elektrisch, u. zw. durch Streckensicherungsschalter miteinander verbunden. In den Wagenhallen, wo eine Störung durch die Stromschiene leicht möglich ist, werden die Schienen der verschiedenen Gleise durch Sicherungen und Streckenschalter gespeist, um bei Störungen einer Strecke diesen Teil des Betriebsbahnhofes von den übrigen abschalten zu können.

Kurz nachdem die Stromschiene in Betrieb genommen war, fing sie an, in der Fahrtrichtung zu wandern. Das Festanziehen der Schienen führte zur Lockerung der Verbindungskabel und zu sehr häufigem Bruch der Isolatoren. Die Isolatorklemmen wurden an den Krümmungen, durch Verbiegen der Schiene und in tangentialer Richtung durch außergewöhnliche Beanspruchung zerbrochen. Die Stützen der Schutzhölzer, welche an den Schienen befestigt waren, wurden beim Wandern gegen die Isolatoren gestoßen, wodurch viele derselben zerbrachen. Um diese Schwierigkeit zu beheben, wurde die Stromschiene in Zwischenräumen von 300 bis 450 m an den Schwellen verankert, und ein zeitweises Lösen der Stoßlaschen unter gleichzeitigem Ölen der Verbindungsstöße eingeführt. Hierdurch wurde das Wandern allerdings vermieden, aber die Verankerungen verursachten häufig Bruch der Isolatoren, wodurch Verkehrsunterbrechungen entstanden. Nachdem das Lösen und Ölen der Stoßschienen zufriedenstellend wirkte, wurden alle Verankerungen wieder entfernt. Die Verbindungen werden jährlich zweimal von dem Streckenwärter geölt. Die später, durch Träger oder Stützen, an den Schwellen befestigten Schutzbohlen waren feststehend und unabhängig von der Bewegung der Schiene. In den Jahreszeiten, in denen Reif oder Hagel den Kontakt auf den Stromschienen verschlechtert oder ganz aufhebt, wurden besondere Reifabscheervorrichtungen verwendet. Diese bestanden aus besonderen Spannvorrichtungen, die mit rd 40 bis 50 kg auf den Kontaktschuh drückten und hierdurch den Kontakt zwischen Stromschiene und Abnehmevorrichtung bewirkten. Auch Wagen, die mit besonderen Kalziumchloridbehältern und mit einer Vorrichtung zum Heizen ausgestattet waren, wurden, um das Salz in noch heißem Zustand auf die Schienen zu verteilen, verwendet. Die Anbringung der Schutzbohle oberhalb der Schiene verhinderte schon vielfach die Reifbildung, wenn aber ein fegender Wind bei Reif- und Hagelbildung einsetzte, so mußten die Chloridwagen benutzt werden.

Die Verbindungen der Stromschiene verlangen fast gar keine Unterhaltung. Wegen ihrer mechanischen Festigkeit weisen sie wenig Veränderungen auf. Die Verbindungskabel nutzen sich allmählich ab, weisen gelegentlich kleine Isolationsschäden auf und schlagen durch. Jede Schienenstoßverbindung, die einen Widerstand zeigt, der einer 2,5 m-Schiene gleichkommt, oder darüber hinausgeht, muß erneuert werden. Wie aus Zahlentafel 1 zu entnehmen ist, waren in dieser Beziehung wenig Klagen.

Zahlentafel 1. Ergebnisse einer Anzahl Gleisverbindungsproben.

	Geprüfte Verbindungen Anzahl	Schadhafte Verbindungen Anzahl	Beschädigungen in %
Oktober 1909 .	46 633	716	1,53
Mai 1910 .	46 633	378	0,81
Oktober 1910 .	46 633	381	0,82

Obwohl die Anlage einer Stromschiene erheblich mehr Kosten und Schwierigkeiten verursacht, wie die einer oberirdischen Fahrleitung, muß doch auch die Frage der laufenden Kosten für Leitungsunterhaltung in Erwägung gezogen werden. Wie aus Zahlentafel 2 zu entnehmen, weisen diese Kosten ganz erhebliche Unterschiede auf.

Zahlentafel 2. Vergleich der Unterhaltungskosten von oberirdischer Fahrleitung und Stromschiene in den Jahren 1908 bis 1914.

Im Jahre	Unterhaltungskosten für 1 km einfaches Gleis		
	Fahrleitung M	Stromschiene M	Stoßverbindungen M
1908	1070	135	39
1909	985	180	53
1910	1290	194	38
1911	1065	204	43
1912	1630	252	53
1913	1625	218	117
1914	1160	181	112

Von dieser Erwägung ausgehend, hat sich die Verwaltung der West-Jersey- und Seashore-Bahn im 5. Betriebsjahre entschlossen, einen Teil der oberirdischen Fahrleitung durch Stromschiene zu ersetzen. Die aus diesem Umbau entstandenen Kosten sind aus Zahlentafel 3 zu entnehmen.

Zahlentafel 3. Kosten für den Umbau der 18 km langen Strecke Newfield bis Millville von Oberleitung auf Stromschiene.

	Kosten im einzelnen M	Kosten insgesamt M	Kosten für 1 km M	Von den Gesamtkosten %
Stromschiene:				
Arbeit	7 820			
Material	105 000			
Fracht u. dergl.	735	113 555	6310	59,0
Stoßlaschen:				
Arbeit	24			
Material	4 980	5 004	278	2,6
Schienenstoßverbindungen:				
Arbeit	4 800			
Material	14 100			
Fracht u. dergl.	288	19 188	1066	9,8
Isolatoren:				
Arbeit	756			
Material	9 300	10 056	560	5,0
Lange Schwellen:				
Unterschied geg. kurze Schwellen	8 100	8 100	450	4,0
Verbindungskabel:				
Arbeit	4 000			
Material	12 600			
Fracht	129	16 729	930	9,0
Leitungsschutz an Wegekreuzungen u. Haltepunkten:				
Arbeit	2 150			
Material	8 450			
Fracht	470	11 070	615	6,0
Lange Schutzhölzer (Ersatz für kurze Hölzer):				
Arbeit	8 900	8 900	495	4,6

Durch Einführung der Stromschienen sind aber nicht nur die Kosten der Leitungsunterhaltung, sondern auch, wie aus Zahlentafel 4 zu entnehmen ist, die Störungen und damit zusammenhängend die Einnahmeausfälle gesunken.

Zahlentafel 4. Leitungsstörungen auf der West-Jersey- und Seashore-Bahn im Jahre 1909 (224 km Stromschiene und 33 km Fahrdraht).

	Anzahl insgesamt	Anzahl von allen Störungen %	Dauer in Minuten insgesamt	Dauer in Minuten von allen Störungen %
Kurzschlüsse in der Stromschiene	3	0,032	14	0,031
Verschiebungen in der Stromschiene	1	0,011	8	0,019
Funken der Anker in der Stromschiene	1	0,011	5	0,011
Verschiebungen d. Schutzes der Stromschiene	1	0,011	1	0,002
Kontaktschlittenstörungen	47	0,510	812	1,818
Fahrdrahtstörungen	253	2,742	1920	4,299

Im Jahre 1912 (239 km Stromschiene und 18 km Fahrdraht).

Kurzschlüsse in der Stromschiene	14	0,189	82	0,314
Verschiebungen in der Stromschiene	1	0,014	4	0,013
Verschiebungen d. Schutzes der Stromschiene	1	0,014	20	0,075
Kontaktschlittenstörungen	43	0,581	391	1,509
Fahrdrahtstörungen	48	0,649	272	1,049

Soweit dem Bericht zu entnehmen ist, arbeitet diese umfangreiche Anlage jetzt zufriedenstellend. —le—

Berg- und Hüttenwesen.

Der gegenwärtige Stand der Elektrostahlindustrie.

[Techn. Mitteilungen u. Nachr. des Westfälischen Bezirksvereins deutscher Ingenieure usw. 1917, S. 567.]

W. Rodenhauser behandelt in der Hauptsache den heutigen Stand der Elektrostahlindustrie vom Standpunkte des Erzeugers und Verbrauchers und gibt einen guten Überblick, ohne zu weit in Einzelheiten einzugehen.

Digitized by Google

Von allgemeinerem Interesse dürften die nachstehenden Zusammenstellungen sein, in welchen die zulässigen Preise für die Kilowattstunde beim Betrieb des Elektroofens im Wettbewerb zu dem Martinofen und dem Tiegelofen festgestellt werden, u. zw. für verschiedenen Brennstoffverbrauch im rein metallurgischen Verfahren, verschiedene Kohlen- bzw. Kokspreise und verschiedenen Kraftverbrauch für 1 t Elektrostahl.

Zahlentafel 1.

Brennstoffverbrauch für 1 t Martinstahl %	Zulässige Preise für 1 kWh in Pf bei folgenden Kohlen- bzw. Kokspreisen							Wenn für 1 t Elektrostahl gebraucht werden
	12 M	14 M	16 M	18 M	20 M	22 M	24 M	
24	0,38	0,45	0,51	0,58	0,64	0,70	0,77	750 kWh
28	0,45	0,52	0,59	0,67	0,75	0,82	0,90	
32	0,51	0,60	0,68	0,77	0,85	0,94	1,00	
24	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,66	0,72	800 kWh
28	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84	
32	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,88	0,96	
24	0,34	0,39	0,45	0,51	0,56	0,62	0,68	850 kWh
28	0,39	0,46	0,53	0,59	0,66	0,72	0,79	
32	0,45	0,52	0,60	0,68	0,75	0,83	0,90	

Zahlentafel 2.

Brennstoffverbrauch für 1 t Tiegelstahl %	Zulässige Preise für 1 kWh in Pf bei folgenden Kohlen- bzw. Kokspreisen							Wenn für 1 t Elektrostahl gebraucht werden
	12 M	14 M	16 M	18 M	20 M	22 M	24 M	
150	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	600 kWh
175	3,50	4,08	4,67	5,25	5,83	6,42	7,00	
200	4,00	4,67	5,33	6,00	6,67	7,33	8,00	
150	2,77	3,23	3,70	4,15	4,62	5,08	5,54	650 kWh
175	3,23	3,77	4,32	4,85	5,38	5,92	6,47	
200	3,70	4,32	4,92	5,53	6,15	6,78	7,40	
150	2,57	3,00	3,43	3,86	4,29	4,72	5,14	700 kWh
175	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	
200	3,43	4,00	4,57	5,15	5,72	6,30	6,86	
150	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80	750 kWh
175	2,80	3,27	3,74	4,20	4,67	5,13	5,60	
200	3,20	3,74	4,27	4,80	5,33	5,87	6,40	

Bei dieser Gegenüberstellung der reinen Brennstoffpreise und des Stromverbrauches ist natürlich die höhere Güte des Elektrostahls gegenüber dem Martinstahl nicht berücksichtigt. Ebenso sind bei der Gegenüberstellung zwischen Elektroofen und Tiegel die wesentlich höheren Löhne und die gegenüber der Zustellung im Elektroofen viel höheren Tiegelkosten außer acht gelassen. Die Gegenüberstellung gibt also nur ein angenähertes Bild, läßt aber auch in dieser Form die ziemlich ausnahmslose wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit des Elektroofens gegenüber dem Tiegel erkennen. Der Ersatz des Martinofens durch den Tiegel ist hingegen wirtschaftlich nur in seltenen Fällen möglich. Dies wird auch durch die Praxis bestätigt, welche den Elektroofen bei Martinanlagen in den weitaus meisten Fällen als zusätzliche Veredelungsanlage benutzt. *V. E.*

Materialkunde.

Isoliermaterial aus Fischabfällen.

Wie „National Tidende" meldet, hat ein dänischer Chemiker ein Verfahren erfunden, nach welchem aus Fischabfällen nicht allein Öl sondern auch ein fester Stoff, „carinute" genannt, gewonnen werden kann, der für elektrische Isolierungszwecke vorzüglich geeignet sein soll. Wie verlautet, ist eine Gesellschaft in der Bildung begriffen, welche das neue Verfahren ausbeuten soll.

Verschiedenes.

Ein verhetzter Neutraler.

Bis zu welchem Maße die Verhetzung selbst der Neutralen gegen Deutschland gediehen ist, zeigt ein Brief, den uns unser Mitarbeiter, Herr Ingenieur Russ, Köln, zur Verfügung stellt. Der Genannte ist mit der Herausgabe eines Buches über Elektrostahlöfen beschäftigt und hatte sich an die Firma H. Cuénod in Genf gewendet, um einige Abbildungen der von dieser Firma gebauten Reguliervorrichtungen „System Thury" zu erbitten. Der ihm hierauf zugegangene Bescheid lautet wörtlich:

Genève, le 26. Novembre 1917.

Monsieur,

Publications sur les fours électriques.

Nous vous accusons réception de votre lettre du 17 ct. et vous informons que n'ayant aucun rapport d'affaires avec les Allemands et leurs complices, et refusant toute commande qui nous parvient de ce côté, nous préférons que vous vous absteniez de toute publication sur nos appareils, et par conséquent nous ne pouvons pas mettre à votre disposition les clichés et plans que vous nous demandez.

Agréez, Monsieur, nos salutations distinguées

Ateliers H. Cuénod S. A.

Le Directeur.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Dr. O. Bloch †. Am 9. Dezember starb in Bern plötzlich unser Mitarbeiter, der Ingenieur Dr. Otto Bloch, Verfasser des kürzlich erschienenen Buches „Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik".

Dr. H. E. J. G. du Bois, Professor an der Universität Berlin, ist von der holländischen Regierung an die Universität Utrecht berufen worden, um daselbst einen Lehrstuhl für Elektrizitätslehre und Magnetismus zu übernehmen; er tritt Anfang dieses Jahres das Amt an.

W. Duddel †. Am 3. November starb der durch seine Untersuchungen am Lichtbogen und durch zahlreiche andere wissenschaftliche Arbeiten auf elektrotechnischem Gebiete, vor allem aber durch seinen Oszillographen bekannt gewordene englische Physiker William Duddel im Alter von 45 Jahren.

Hochschulnachrichten. Dem Privatdozenten für Physik und physikalische Chemie an der Universität Halle, Dr. A. Wigand, wurde der Professortitel verliehen. — An der Berliner Universität habilitierte sich Dr. G. Hertz für Physik.

Auszeichnungen. Die chemische Abteilung der Technischen Hochschule München ernannte Prof. Dr. N. Caro, Berlin, Vorstandsmitglied der Bayerischen Stickstoffwerke A. G., als erfolgreichen Forscher und Organisator auf dem Gebiete des Kalziumkarbids, des Kalkstickstoffs, des Ammoniaks und der Salpetersäure, zum Doktoringenieur ehrenhalber.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.

Wer trägt die Gefahr für eine gekaufte, aber nicht gleich zu liefernde Maschine?

Beim Kauf von Maschinen wird, wenn der Käufer im Augenblick die Maschine nicht abnehmen kann, oft vereinbart, daß diese vorläufig in dem Raum des Verkäufers lagern bleiben soll, daß sie aber der Käufer jederzeit soll abholen dürfen. Wer trägt den Schaden, wenn diese Maschine vor der Abholung durch den Käufer durch Brand, Witterung oder einen sonstigen Umstand untergeht oder verschlechtert wird?

Handelt es sich um den Kauf einer später zu liefernden Maschine, so haftet gemäß § 466 BGB. der Verkäufer.

Zweifel entstehen erst dann, wenn der Käufer schon im Augenblick des Kaufes Eigentümer werden, der Verkäufer aber vorläufig die Stellung eines Verwahrers haben soll.

Ist der Eigentümer im Besitze der Sache, so kann die Übergabe dadurch ersetzt werden, daß zwischen ihm und dem Erwerber ein Rechtsverhältnis vereinbart wird, vermöge dessen der Erwerber den mittelbaren Besitz erlangt (§ 930 BGB).

Wenn der Verkäufer nicht Verwahrer sein soll, sondern beispielsweise Leiher, Mieter, Pächter usw., so ist kein Zweifel, daß der Erwerber, indem er die Stellung eines Vermieters, eines Verleihers, eines Verpächters, erlangt, gleichzeitig zum mittelbaren Besitzer wird.

Für unseren Fall hat die Rechtssprechung sich früher auf einen anderen Standpunkt gestellt. Das bloße Übereinkommen fortan im Namen des Erwerbers besitzen zu wollen, soll für eine Verschiebung der Eigentums- oder Besitzlage nicht ausreichen. (Vgl. Entscheidungen des Reichsgerichts, Bd. 49, S. 173.)

Der Käufer soll das Eigentumsrecht an der gekauften Maschine erlangen. Er soll berechtigt sein, nach Belieben die Maschine abzuholen, er soll nicht bloß einen Anspruch haben, daß der Verkäufer ihm auf sein Verlangen die Maschine ausliefert. Wenn ein Eigentümer eine Sache einem Verwahrer übergibt, so behält er auch sein Eigentum und wird zum sogenannten mittelbaren Besitzer, während der Verwahrer den unmittelbaren Besitz erlangt.

Es ist nicht einzusehen, warum in unserem Falle die Rechtslage anders sein soll. Der Verkäufer bewahrt die gekaufte Maschine auf, aber nur für den Käufer. Er hat keine Dispositionsbefugnis mehr. Man kann darum die Vereinbarung eines Miets- oder Leihverhältnisses nicht anders beurteilen, als die Vereinbarung eines Verwahrungsrechtsverhältnisses, **und** muß darum annehmen, daß durch eine solche Vereinbarung tatsächlich das Eigentum auf den Käufer übergeht, daß dieser Akt der Übergabe einer Kaufsache gleichsteht, und daß somit der Käufer, nicht aber der Verkäufer die Gefahr trägt.

Auf diesen Standpunkt hat sich auch jetzt das Reichsgericht gestellt, in einer Entscheidung vom 9. XII. 1913 II. 560/13. Jemand hatte eine Ware in einem von ihm gemieteten Schuppen lagern. Er verkaufte diese Ware mit der Abrede, daß sie in dem Schuppen liegen bleiben, daß aber der Käufer das Recht haben sollte, nach Belieben davon abzuholen. Der Schuppen war nicht dicht, und die Ware litt Schaden. Der Käufer verlangte nachher Schadenersatz, wurde aber mit seiner Klage abgewiesen, weil der Verkäufer als Verkäufer nicht mehr haftete, und weil ein anderes Rechtsverhältnis, das ihn zur Haftung verpflichtete, nicht vorlag.

Allerdings kann auch der Verwahrer haften, aber nur dann, wenn er nicht diejenige Sorgfalt aufwendet, die er in eigenen Angelegenheiten anzuwenden pflegt (§ 890 BGB.). Trifft ihn ein derartiges Verschulden nicht, hat er also nicht voraussehen können und schuldhafterweise nicht vorausgesehen, daß die Maschine dort, wo sie aufbewahrt ist, gefährdet ist, so hat er in keiner Weise für etwaige Schäden einzustehen. Dr. jur. Eckstein.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Ein Taschenbuch zum Gebrauch für Ingenieure, Elektromonteure, Installateure, Betriebsführer, Schalttafelwärter, Kesselwärter, Maschinisten sowie die Besitzer elektrischer Anlagen. (Bd. 1 der Bibliothek der gesamten Technik.) Von H. Pohl. 6. Aufl. Mit 285 Abb. VIII u. 194 S. in 16°. Verlag von Dr. Max Jänecke. Leipzig 1917. Preis geb. 2,80 M.

Das Pohlsche Taschenbuch gehört mit Recht zu den bekanntesten und beliebtesten Büchern für Monteure und Installateure. Mit sachkundiger Hand hat der Verfasser aus der Fülle des Stoffes das Wichtigste ausgewählt und in knapper, klarer Weise zusammengefaßt. Erfreulich ist, daß am Schluß des Buches der wichtigen Frage der Fortbildung der Elektromonteure im Rahmen des Buches gründliche Beachtung geschenkt worden ist. Ich vermisse jedoch irgend einen Hinweis auf die Ausnahmebestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker während des Krieges, der bei einer Kriegsausgabe nicht fehlen durfte. Ferner müßte der Verfasser bei einer Neuauflage sein Taschenbuch einer gründlichen Durchsicht auf Druck- und Schreibfehler unterziehen. Statt Motore müßte es wohl heißen Motoren, statt Kohlenfaden Kohlefaden, statt Kohlenbürsten Kohlebürsten (vgl. S. 19, Zeile 1 u. 16, S. 39, Zeile 33), ferner S. 1, Zeile 15 statt Leitungsfähigkeit Leitfähigkeit, S. 2, Zeile 19 u. a. statt KW kW. S. 3. Abb. 2 sind x und y zu vertauschen. S. 5, Abb. 10 ist $E_s \mid 2$ statt E_s V_2 zu setzen; in Abb. 28 bis 31 u. a. S. 20/21, wäre in den Schaltungsplänen zweckmäßig die Bezeichnungsweise des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für Ausschalter zu verwenden (vgl. Abb. 69). Ebenso wäre es mit Freuden zu begrüßen, wenn die alte Bezeichnungsweise in den Batterieschaltungen der Akkumulatorenfirmen in Zukunft durch die des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ersetzt werden würde (vgl. Abb. 75 bis 82). Abb. 34 bis 40, 42, 47, 48, 49 und 171 sind durch zu starke Verkleinerung zu undeutlich geworden.

S. 123, Abschnitt d, vermisse ich die Erwähnung der Hängeisolatoren. S. 142, Zeile 2, 27, 29 muß es W/lK statt W/K heißen.

Der Abschnitt über Nernstlampen könnte mit Rücksicht auf die Wichtigkeit des übrigen Stoffes und die geringe Bedeutung dieser Lampengattung in Zukunft ganz fortfallen.

Digitized by Google

Trotz dieser kleinen Mängel und Fehler kann ich aus den anfangs erwähnten Gründen das Pohlsche Buch warm empfehlen.

P. Silberbach.

Ölmaschinen. Wissenschaftliche und praktische Grundlagen für Bau und Betrieb der Verbrennungsmaschinen. Von Prof. St. Löffler und Prof. A. Riedler. Mit 288 Textabbildungen. XVI u. 516 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1916. Preis 16 M.

Beim Lesen dieses neuen Buches muß dem Fachmann sofort seine besondere Bedeutung auffallen. Die Fülle der Erfahrungen und Anregungen, die neuartige, klare und übersichtliche Behandlung stellen es weit über die bisher auf diesem Gebiet erschienenen Werke. Die Verfasser gehen von ganz anderen Auffassungen über die wissenschaftlichen Grundlagen und über die Wertung der bei der Energieumsetzung maßgebenden Wärme- und Arbeitsgrößen aus, als dies bisher üblich war. Es wird endlich einmal den wirklichen Betriebsverhältnissen Rechnung getragen und nicht auf einer Theorie aufgebaut, die fernab steht von jeder Wirklichkeit.

Durch diese neuartige Darstellungsweise werden die schwierigen Vorgänge in den Verbrennungsmaschinen außerordentlich geklärt und ihr Studium wesentlich erleichtert. Dadurch aber wird die besondere Bedeutung dieser Maschinen für unsere neuzeitliche Energiewirtschaft immer deutlicher, und die Kenntnis ihrer Grundlagen erscheint immer wichtiger. Die Ölmaschine nutzt schon jetzt 30% der in den Brennstoffen enthaltenen Wärme sicher aus, während bei der jetzigen Verbrennung auf dem Rost kaum 10% nutzbar verwertet werden.

Auf der Erhaltung unserer Naturschätze aber beruht die wirtschaftliche und nationale Stärke des Staates. Bisher wurde beim Kraftmaschinenbetrieb dieser Frage zu wenig Beachtung geschenkt. Es wurde rein privatwirtschaftlich gearbeitet, der volkswirtschaftliche Standpunkt wurde ganz in den Hintergrund gedrängt. Der Betrieb wurde verbilligt, wenn auch die Ausnutzung der Naturschätze in nahezu unverantwortlicher Weise erfolgte.

Hierin muß die Zukunft eine Änderung bringen. Das Interesse des Staates verlangt eine größere Schonung unserer Brennstoffe, und hierfür müssen die Wege gesucht werden. In der Ölmaschine sind sie z. T. schon verwirklicht. Die Ölmaschine kann daher als Wegweiser dienen bei der Lösung dieser Frage. Die Vorgänge, die bei ihrem Arbeitsprozeß auftreten, können zu Rückschlüssen benutzt werden, die bei jeder Verbrennung beachtet werden müssen.

Dadurch gewinnt das Buch von Löffler-Riedler noch größere Wichtigkeit, denn in ihm dient die Ölmaschine mit ihrem Arbeitsprozeß dazu, derartige Rückschlüsse auszuführen. Der Inhalt des Buches ist daher nicht nur für den Sonderfachmann von größter Wichtigkeit, sondern für jeden, der mitarbeiten muß an der Lösung der Aufgabe: Bessere Ausnutzung der Brennstoffe.

Auch der Elektrotechniker wird dieser Aufgabe in Zukunft noch mehr Beachtung schenken müssen. In seinen Kreisen ist sie bisher nicht genügend gewürdigt worden. Selbst bei den neuesten Großanlagen wurde das Hauptaugenmerk auf möglichst billige Stromerzeugung gelegt, ohne dabei auf volkswirtschaftliche Interessen die unbedingt nötige Rücksicht zu nehmen. „Pfennige wurden gespart, Taler vergeudet".

Großmöglichste Schonung der Brennstoffe muß auch für den Elektrotechniker in Zukunft der leitende Grundsatz werden. Auch er muß sich daher eingehender mit der Brennstoffrage beschäftigen. Die Kenntnis der Grundlagen, auf denen eine Verbesserung aufgebaut werden kann, müssen ein größeres Allgemeingut werden.

Die Grundlagen sind in dem Buche von Löffler-Riedler erschöpfend und in überaus klarer und einfacher Weise behandelt. Das Buch gibt eine ausgezeichnete Übersicht über alle maßgebenden Einflüsse des Verbrennungsmaschinenbetriebes und zeigt, welche Forderungen erfüllt sein müssen, damit die Verbrennung so erfolgen kann, daß die Nutzleistung dauernd sicher erreicht werden kann.

Diese Einflüsse werden stets in einfacher, aber streng wissenschaftlicher Art behandelt, und zur Erleichterung des Verständnisses und zur weiteren Klärung werden die aus Versuchen und praktischen Betriebsverhältnissen gewonnenen Erfahrungen hinzugefügt. Besonders diese Erfahrungen bilden einen äußerst wertvollen Bestandteil des Buches, sie bieten eine Fülle von Kenntnissen und erleichtern das Studium ungemein.

Es ist in einer kurzen Besprechung nicht möglich, auf den umfangreichen Inhalt des Werkes erschöpfend genug einzugehen, auch für einen Vergleich mit ähnlichen Werken ist der Raum zu klein; vielleicht ergibt sich später einmal eine Gelegenheit, durch eine eingehendere Besprechung die große Bedeutung dieses Buches besser zu würdigen.

Ich will daher hier nur die Einzelheiten hervorheben, die besonders auch für den Elektrotechniker von Bedeutung sind und ihm die wesentlichsten Gesichtspunkte des Betriebes mit Verbrennungsmaschinen vor Augen führen.

Die Entwicklungsgeschichte der Verbrennungsmaschinen, die in der Einleitung behandelt wird, wird gekennzeichnet an Hand der fortschreitenden Erkenntnis der Grundlagen, der Betriebserfahrungen und der verbesserten Werkstatt- und Metalltechnik, nicht wie bisher üblich in historischer Reihenfolge. Durch dieses Kennzeichnen der vorschreitenden Erkenntnis wird der Leser leicht mit den maßgebenden Grundlagen vertraut.

Nachdem dann die maßgebenden „Grundlagen der motorischen Verbrennung" eingehend erläutert sind, die „Wirkungsgrade" besprochen und eine ausgezeichnete, für den Betriebsfachmann äußerst wichtige Kritik dieser „Wertungsgrößen" erfolgt ist, werden die „Brennstoffe und ihre motorische Verbrennung" gekennzeichnet.

Der Wichtigkeit dieses Gegenstandes entspricht die sehr klare und eingehende Ausführung, die noch besonders durch die überaus übersichtliche schematische Darstellung erleichtert wird. Einteilung und Durchführung, sowie die Besprechung einiger wichtiger Eigenschaften, die zu neuartigen Schlüssen führen, geben ein äußerst leicht verständliches Bild der Brennstoffe in ihrem Einfluß auf die Verbrennung.

Das wichtigste Kapitel behandelt die „Gemischbildung und die Regelung der Verbrennungsmaschinen". Die Wege, die zu einer Verbesserung der Ausnutzung der Brennstoffe führen, sind: Verbesserung der Gemischbildung, der Verbrennung und Beherrschung des Wärmezustandes. Die Grundlagen für die ersten beiden Punkte werden in diesem Kapitel an Hand der Vorgänge in den Verbrennungsmaschinen behandelt. Neben einer sehr leicht verständlichen Darstellung, ist hier eine Fülle von Erkenntnissen und Anregungen vereinigt.

Der dritte Punkt Beherrschung des Wärmezustandes wird im nächsten Kapitel erläutert. Es wird vor allem gezeigt, wie schwierig und vielseitig die Einflüsse sind, die beim Betriebe mit Verbrennungsmaschinen zu berücksichtigen sind, wie einfach aber diese Einflüsse zu beherrschen sind, wenn sie in ihrer Wichtigkeit richtig gewürdigt und eingesetzt werden.

Nachdem dann noch die für die Vorausberechnung nötigen Rechnungsgrundlagen in den nächsten zwei Kapiteln gegeben sind, folgt im letzten Abschnitt eine, „Rückschau und Ausblick" genannte, besonders für den Elektrotechniker sehr interessante und lehrreiche Betrachtung über die Aussichten nicht nur einzelner Maschinen, sondern ganzer Maschinenanlagen. Es werden die Gesichtspunkte hervorgehoben, die in der Zukunft maßgebend sein müssen für eine wirtschaftliche und gute Ausnutzung unserer Brennstoffvorräte, und die einzelnen Maschinengattungen im Hinblick auf diesen volkswirtschaftlichen Standpunkt kritisch beleuchtet. Es wird die neuzeitliche Betriebsführung einer eingehenden Würdigung unterzogen und ihre Vervollkommnung durch „Verflüssigung der Kohle" und „Veredelung der Brennstoffe" klar zum Bewußtsein gebracht.

Wir haben es hier zweifellos mit einem der besten Werke der Maschinentechnik zu tun, die bisher erschienen sind. Die Behandlung des schwierigen Stoffes erfolgt stets übersichtlich, klar und einfach, dabei in ganz neuartiger Weise, die Beweisführung und Begründung bei den maßgebenden Berechnungen und Untersuchungen streng wissenschaftlich, aber so einfach und sachlich, daß sie auch einem Nichtfachmann leicht verständlich ist, wenn er nur über die Grundbegriffe der Mechanik und Wärmetechnik verfügt.

Daher ist das Buch wärmstens zu empfehlen, nicht nur den werdenden Ingenieuren und Studierenden, sondern auch jedem Betriebsfachmann, wenn er sich mit den neuesten Bestrebungen wirtschaftlicher Betriebsführung und mit denjenigen Kraftmaschinen bekannt machen will, die derzeit die schonendste und sparsamste Ausnutzung unserer Brennstoffe ermöglichen.

Kurt Evers.

HANDELSTEIL.

Handelskrieg und Wirtschaftsexpansion.

In seinem unter obigem Titel veröffentlichten Buche[1]) gibt Dr.-Ing. Dr. Waldemar Koch einen Überblick über den Krieg gegen den deutschen Außenhandel, der einmal die Unterbindung des Handels und Entwindung des Eigentums beabsichtigte, dann aber auch die Verdrängung durch Entwicklung der eigenen Erzeugung und Bearbeitung der fremden Märkte versuchte.

Einige bemerkenswerte Mitteilungen über die Elektroindustrie seien hier angeführt.

England. Eine große Anzahl von Verbänden forderte zum Boykott aller deutschen Erzeugnisse auf, so z. B. die British Electrical and Allied Manufacturers Association, der zentrale Fabrikantenverband. Nur ein Fall erfolgreicher Opposition ist bekannt geworden. Die Incorp. Electrical Municipal Association (Verband der städtischen Elektrizitätswerke) lehnte nämlich die Beschränkung der Ausschreibungen auf nur englische Erzeugnisse als ungesund ab. Unter den wissenschaftlichen Verbänden schritt die Institution of Electrical Engineers an eine Suspendierung ihrer, feindlichen Nationen angehörenden Mitglieder. Auf Anregung der Stadt Manchester, die die einstige Vergebung ihres Elektrizitätswerkes an die A.E.G. sühnen wollte, faßten viele Stadtverwaltungen den Beschluß, bei Ausschreibungen in Zukunft feindliche Waren auszuschließen.

Bis zum 18. V. 1917 ist über 446 Firmen die Zwangsauflösung verhängt worden, darunter sind A.E.G., Schorch, Isaria, Conradty. Bei einer Reihe anderer Gesellschaften ging man in der Weise vor, daß der Public Trustee den Zwangsverkauf der in feindlichen Händen befindlichen Aktien veranlaßte, wobei nur britische Bewerber in Frage kamen. In anderen Fällen kam es zur gewaltsamen Übereignung Vom 10. bis 24. II. 1917 wurden im Auftrage des Public Trustee 119 660 Aktien der Siemens Brothers & Co., Ltd., meistbietend angeboten, ferner 4779 Aktien der Tudor Accumulator Co. aus dem Besitze der Akkumulatorenfabrik A.G., 4750 Aktien der Yorkshire Copper Works, Ltd., 82 487 Aktien der British Railway Traffic and Electric Co. Die gesamten Aktien der englischen Installationsgesellschaft der A.E.G. gingen an Dick, Kerr & Co., einen ihrer bedeutendsten Konkurrenten über.

Der Board of Trade stellte eine Sammlung von 640 Preislisten deutscher elektrotechnischer Firmen zusammen und machte sie Interessenten zugänglich. Runciman als Präsident des Board of Trade gründete im April 1916 einen Fachausschuß für die Elektroindustrie.

Im Unterrichtswesen erfuhr die wissenschaftliche Erforschung technischer Probleme weitgehendste Unterstützung durch die Regierung und die Körperschaften. Die Institution of Electrical Engenieers bewilligte Unterstützungen für die Prüfung unterirdischer Kabel und Untersuchung von Isolierölen. An der School of Science and Technology in Stoke-on-Trent wurden umfangreiche Arbeiten über Hartporzellan und Isolatoren angestellt.

Die British Electrical and Allied Manuf. Ass. legte vor dem Kriege Wert darauf, die ausländischen Firmen zu ihren Mitgliedern zu zählen. Jetzt bekämpft sie durch systematische Propaganda die deutschen Erzeugnisse, die sie in einer vielsprachig erscheinenden Propagandazeitschrift[2]) herabsetzt. Lebhaft wird für den Schutzzoll agitiert. Ferner wurden eigene Normalien aufgestellt und mehrsprachig verbreitet, um die deutschen Normalien zu verdrängen. Bestrebungen der Glasindustrie zielten dahin, in der Röntgenröhrenfabrikation selbständig zu werden, die Edinburgh and Leith Flint Glass Co. nahm diesen Zweig in großem Umfange auf.

Die Ausfuhr elektrotechnischer Fabrikate betrug 1913 5,4, 1914 3,0, 1915 3,2, 1916 4,1 Mill. £[3]).

Frankreich. Bis zum 1. IV. 1916 ist die Zwangsverwaltung über 90 Firmen der Elektroindustrie, u. a. Schwartzkopff, Telephonfabrik Berliner und A.E.G., verhängt worden. Zweigniederlassungen feindlicher Unternehmungen wurden auch dann geschlossen, wenn sie rechtlich französische Gesellschaften waren. Wo ausländische Teilhaber in der Minderzahl vorhanden waren, begnügte man sich mit der Sequestration ihrer Anteile durch die französischen Teilhaber.

[1]) Handelskrieg und Wirtschaftsexpansion. Überblick über die Maßnahmen und Bestrebungen des feindlichen Auslandes zur Bekämpfung des deutschen Handels und Förderung des eigenen Wirtschaftslebens. Von Dr.-Ing. Dr. Waldemar Koch. VIII und 283 S. in 8°. Verlag von Gustav Fischer. Jena 1917. Preis 5,50 M.

[2]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 587. („Beama Journal").

[3]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 252, 412, 520.

Digitized by Google

Italien. In einem Dekret vom 24. VI. 1915 war für die Zukunft die Rechtsungültigkeit von Verträgen und Abmachungen ausgesprochen. Durch das Dekret vom 8. VIII. 1916 wurde auch die Auflösung solcher Verträge bestimmt, die mit Angehörigen oder Verbündeten feindlicher Staaten abgeschlossen waren. Letztere Bestimmung richtete sich hauptsächlich gegen Konzessionsverträge von Elektrizitätswerken, Straßenbahnen usw., die mittelbar oder unmittelbar in deutschen Händen sind. Wie weit die Auffassung ging, zeigte sich daraus, daß alle Lieferungsverträge der spanischen Filiale der Kabelfabrik Pirelli & Co. und der dortigen Tochtergesellschaft der A.E.G. und anderen von Pirelli & Co. für aufgelöst erklärt wurden.

Mit großem Eifer ging man daran, die heimische Industrie auszubauen und das technische Unterrichtswesen zu verbessern. Der Fachschulbesuch soll in den letzten zwei Jahren um 30% gestiegen sein.

Die elektrischen Betriebe waren vorwiegend mit deutschem und belgischem Kapital gegründet worden, die jetzt zum Teil unter Staatsaufsicht gestellt sind. Um eine Änderung herbeizuführen, wurde insbesondere die Società Nazionale per Imprese Elettriche mit einem Kapital von 10 Mill. Lire unter Mitwirkung von Franco Tosi, Pirelli, der Banca Commerciale Italiana, der Società Edison u. a. in Mailand gegründet, die die Interessen der Continentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen in Nürnberg übernehmen sollte. Es handelt sich dabei um die Soc. Toscana per Imprese Elettriche in Florenz, der die Straßenbahn in Palermo (Sicula) angegliedert war, die Società Ind. Elettrochimica di Pont St. Machi in Mailand und die Società Tor. di Tramways & Ferrovie econ. in Turin, deren Wert auf 20 Mill. Lire beziffert wurden. Die Zahlung erfolgte teils bar, teils wurde sie von schweizerischer Seite garantiert. Bei einigen Stromlieferungsgesellschaften, die insbesondere die Versorgung Sardiniens und Süditaliens durch Wasserkraftausnutzung bezweckten, und der Banca Commerciale nahestanden, hat die englische Firma Vickers Ltd. Einfluß genommen.

Die amerikanische Western Electric Italiana, die vornehmlich die Schwachstromindustrie betreibt, erhöhte ihr Kapital auf 2,5 Mill. Lire. Eine neue Telefonfabrik Fontana Cigoli & Co. wurde in Mailand mit 0,2 Mill. Lire gegründet. Die Associazione Elettrotecnica (Verband italienischer Elektrotechniker), betrieb eine lebhafte Agitation u. a. durch eine Propagandazeitschrift „Pro Industria Elettrica Nazionale", ferner durch Firmenlisten und eine Ausstellung im Juni 1916 in Mailand. Unter anderm wurden Telefone (Soc. Ind. Telefoniche Ital. und Arturo Perego & Co.) Akkumulatoren (Soc. Generale Ital.), Metallfadenlampen (Comp. Ital. di Elettricità), Dynamos, Motoren, Zündapparate, Ventilatoren, Transformatoren usw. (Ern. Marelli), Zähler (Comp. An. Cont. Brunt & Co.), Heizapparate (Amleto Selvatica) gezeigt. G. Marelli erweiterte seine Fabrik elektromed. Apparate. Die Ass. Elettrotecnica gab auch eigene Normalien heraus, um die bisher üblichen übersetzten deutschen Normalien zu verdrängen.

Japan.[1]) In Japan hat die Elektroindustrie einen großen Aufschwung genommen, die entsprechend den bereits im Mai 1915 vorhandenen 524 Zentralen und 44 Straßenbahnen einen bedeutenden inneren Markt zur Verfügung hat. Außer Kleinmotoren stellten Fabriken, wie Shibaura und Meidensha in Tokio, Hitachi in Sukogawa, die Mitsubishiwerft in Nagasaki nunmehr auch große Maschinen und Transformatoren her. 1915 wird die Fertigstellung eines Generators von 6250 K.V.A berichtet. Der Wert der Maschinenerzeugung 1915 beträgt 10 Mill. Yen. Schalttafeln, Meßinstrumente werden auch hergestellt, wenn auch scheinbar nur geringen Anforderungen entsprechend. Telefone fabriziert Oki & Co., sowie die Jap. Elektrizitäts-Gesellschaft in Tokio bereits für den Export. Auch sonstiges elektrisches Material wird ausgeführt, da die Regierung die elektrotechnische Industrie durch Ausfuhrprämien anreizt. In der Metallfadenlampenfabrikation ist man noch von dem, die übrige Welt beherrschenden Patentsyndikat abhängig. Infolge des Vorhandenseins von Kupfer und Seide liegen für die Herstellung von Leitungsmaterial die Verhältnisse besonders günstig. Hoch- und Niederspannungskabel mit Papier- und Gummiisolation werden im Lande erzeugt, nur guttaperchaisolierte Seekabel kommen aus dem Auslande. Für Kabel sind die Elektr. Gesellschaft in Tokio und die Fabrik elektr. Apparate in Osaka am leistungsfähigsten.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 380, 492.

Rußland. Das Gesetz vom 1./14. VI. 1915 gestattete, russische Aktiengesellschaften mit feindlicher Beteiligung unter Zwangsverwaltung zu stellen oder sie aufzulösen, wenn dies im Staatsinteresse lag. Wo, wie in der Regel, die Fortführung im Interesse des Landes liegt, wurde diese zur Pflicht gemacht. Die gesamten Aktiven wurden liquidiert, die Gläubiger — auch die feindlichen — wurden befriedigt bzw. sichergestellt. Auf Grund dieses Gesetzes wurde dann die Liquidation von Siemens & Halske, Siemens-Schuckert, A.E.G., Vereinigte Kabelwerke usw. ausgesprochen. Bei den umgewandelten Werken sicherte sich dann zum Teil der Staat ein Mitbestimmungsrecht. Während nahezu alle Liquidationen noch in der Durchführung waren, erfolgte die Revolution. Aber die neue Regierung hat bisher keine wesentlich anderen Bahnen beschritten. *Rtz.*

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Elsässische Kraftwerke A. G., Schlettstadt i. E. Nach dem Bericht über das am 30. IV. 1917 abgelaufene Geschäftsjahr waren an das Fernnetz 7255 Abnehmer und 7964 Zähler angeschlossen (Zunahme 16,3 bzw. 16%), in Schlettstadt selbst 1430 Abnehmer und 1564 Zähler. Der Anschlußwert des Fernnetzes betrug 8020 kW (7506 i.V.), der in Schlettstadt 1802 kW (1771 i.V.), darunter 6115 bzw. 714 PS Motoren.

Die Einnahmen betrugen 652 649 M (536 508 i.V.). Diesen stehen gegenüber Betriebs- und Verwaltungsunkosten von 339296 M (297 035 i.V.), Zinsen von 190 020 M (166 382 i.V.). Nach Abschreibung von 24 250 M (20 600 i.V.) und einer Einlage in den Erneuerungsfonds von 85 000 M (50 000 i.V.) verbleibt ein Überschuß von 14 083 M (14 336 i.V.), der nach Abzug von 1500 M auf neue Rechnung vorgetragen wird. Die Bilanz schließt ab mit 5,732 Mill. M (5,446 i.V.) und bewertet u. a. die 3 Kraftwerke Kapellenmühle, Markolsheim und Schlettstadt mit 1,728 Mill. M (1,616 i.V.). Das Überlandnetz nebst Ortsnetzen und Zählern mit 3,043 Mill. M (2,640 i.V.), Betriebsmaterialien mit 136 590 M (105 288 i.V.). Schuldnern mit 655 800 M (912 487 i.V.) stehen Gläubiger mit 3,899 Mill. M (3,697 i.V.) gegenüber. Das Aktienkapital beträgt 1,5 Mill. M. —*z.*

Großkraftwerk Franken A.G., Nürnberg.[1]) Nach dem Bericht über das am 31. XII. 1916 abgelaufene 5. Geschäftsjahr betrug der Stromabsatz 49,008 Mill. kWh (42,597 i.V.), darunter an das städt. Elektrizitätswerk Nürnberg 11,967 Mill (+13%), an die Nürnberg-Fürther Straßenbahn 8,663 Mill. (+8%), an das Elektrizitätswerk Fürth 3,076 Mill. (+10%), an die Fränkische Überlandwerk A.G. 10,271 Mill. (+22%), an die Großindustrie Nürnbergs 15,031 Mill. kWh (+19%). Die Maschinenleistung beträgt unverändert 24 000 kW, die Höchstbelastung war 17 500 kW, die höchste Tagesleistung 236 500 kWh.

Der Betriebsüberschuß stellte sich auf 0,692 Mill. M (0,607 i.V.). Nach Abzug von 0,112 Mill. M Zinsen (0,106 i.V.) 0,053 Mill. M Steuern (0,028 i.V.), 0,017 Mill. M Kriegsunterstützungen (0,023 i.V.), 0,219 Mill. M Abschreibungen usw. (0,206 i.V.), 0.054 Mill. M Kapitalstilgung (0,051 i.V.), ergibt sich ein Überschuß von 0,236 Mill. M (0,214 i.V.). Hiervon sollen 5% Dividende auf 4 Mill. M (wie i.V.) gezahlt werden, 11 609 M fließen in den Reservefonds, 3028 M erhält der Aufsichtsrat, und 15 000 M werden dem Personal für Wohlfahrtszwecke überwiesen. Die mit 7,203 Mill. M (6,895 i.V.) abschließende Bilanz bewertet Grundstücke und Gebäude mit 1,413 Mill M (1,398 i.V.), Maschinen-, Kesselusw. Anlagen mit 3,202 Mill. M (3,235 i.V.), das Kabelnetz mit 1,191 Mill. M (1,171 i.V.), Transformatorenstationen, Hausanschlüsse, Zähler mit 0,632 Mill. M (0,619 i.V.), Vorräte mit 0,226 Mill. M (0,216 i.V.). Schuldnern und Kautionen mit 0,325 Mill. M (0,234 i.V.) stehen Gläubiger mit 2,140 Mill. M (2,127 i.V.) gegenüber. -*z.*

Amperwerke Elektricitäts-Gesellschaft, München.[2]) Nach dem Bericht über das am 30. VI. 1917 abgelaufene 9. Geschäftsjahr wurden 467 Ortschaften mit 9836 Abnehmern (8935 i.V.) und 37 020 kW Anschlußwert (32 874 i.V.) versorgt. Auf Beleuchtung entfallen davon 4997 kW (4281 i.V.), auf Motoren 30 610 kW (27 387 i.V.). Die Jahresleistung betrug 25,885 Mill. kWh (22,224 i.V.). Hiervon wurden 20,160 Mill. kWh durch Wasserkraft erzeugt. Den Betriebseinnahmen von 1,797 Mill. M (1,602 i.V.) stehen gegenüber Betriebskosten, Löhne und Fremdstrombezug von 0,378 Mill. M (0,263 i.V.), Betriebsmaterialien von 0,044 Mill. M (0,026 i.V.), Steuern und Versicherungen von 0,131 Mill. M (0,110 i.V.), Handlungsunkosten von 0,184 Mill. M (0,172 i.V.). Nach Rücklage von 0,250 Mill. M (0,225 i.V.), für Abschreibungen und Erneuerungen sowie nach Abzug von 79 000 M Kriegs- und Talonsteuerrücklage (90 000 i.V.) verbleibt ein Überschuß von 0,410 Mill. M (0,403 i.V.). Es werden 7% Dividende auf 5 Mill. M (wie i.V., Aktienkapital inzwischen auf 7 Mill. M erhöht) vorgeschlagen, 13 548 M (12 998 i.V.) dem Aufsichtsrat überwiesen und 27044 M (21242 i.V.) vorgetragen. Die mit 14,989 Mill. M (14,171 i.V.) abschließende Bilanz bewertet Grundstücke, Gebäude und Wasserkraftanlagen mit 4,253 Mill. M (4,166 i.V.), Maschinen und Einrichtungen mit 1,456 Mill. M (1,417 i.V.), Fernleitungen mit 3,736 Mill. M (3,558 i.V.), Verteilungsnetze mit 2,076 Mill. M (1,986 i.V.), Transformatoren mit 1.810 Mill. M (1,639 i.V.), Zähler mit 0,549 Mill. M (0,522 i.V.), Betriebsmaterialien mit 0,424 Mill. M (0,342 i.V.). Schuldnern mit 0,386 Mill. M (0,302 i.V.) stehen Gläubiger mit 1,838 Mill. M (wie i.V.) gegenüber. -*z.*

[1]) Über 1915 vgl. „ETZ" 1916, S. 464.
[2]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 60.

Firmenverzeichnis.

Rheinische Elektrizitäts-A. G. Mannheim. Diesen Namen hat die frühere Rheinische Schuckert-Gesellschaft für elektrische Industrie A. G. angenommen. Gegenstand: Herstellung, An- und Verkauf, Installation und Montage elektrischer und anderer Maschinen und Apparate, Erwerb, Herstellung, Betrieb und Verwertung von Anlagen, welche den elektrischen Strom anwenden oder zum Betriebe durch Elektrizität sich eignen, Beteiligung bei solchen oder verwandten Unternehmungen sowie Erwerbung und Verwertung einschlägiger Konzessionen.

Änderungen in der Verwaltung. Rheinische Schuckert-Gesellschaft für elektrische Industrie, Mannheim. Neu in den Aufsichtsrat gewählt: Dr. R. Ladenburg, Engelhardt, Mannheim, M. Berthold, Nürnberg; ausgeschieden ist: Natalis, Berlin. In den Vorstand berufen: H. Schöberl und G. Nied, Mannheim.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Pöschmann & Co., G. m. b. H., Dresden: um 60 000 auf 160 000 M.

Österreich-Ungarn. Die Verwaltung der A. G. für elektrische und Verkehrsunternehmungen, Budapest, beantragt die Erhöhnug des Aktienkapitals um 9,8 auf 20 Mill. K.

Vereinigte Staaten von Amerika. Die General Electric Co., New York, beschloß die Ausgabe von 20 Mill. $ neuer Aktien.

Verschiedene Nachrichten.

Dr. Paul Meyer A.G., Berlin. Die Firma blickte am 1. Januar auf eine 25jährige, erfolgreiche Tätigkeit zurück. Aus kleinen Anfängen heraus hat der Gründer des Unternehmens, Baurat Dr. phil. Paul Meyer, der ihm noch heute in voller Rüstigkeit vorsteht, eine hochangesehene Weltfirma geschaffen, welche an der Entwicklung und Durchbildung der elektrischen Meßgeräte, Schaltapparate und Schaltanlagen hervorragenden Anteil hat. Es ist das Verdienst des Begründers, zur Einführung der Erfahrungen des älteren, hochentwickelten, deutschen Maschinenbaues in die deutsche Präzisionsmechanik beigetragen zu haben. Durch weise Beschränkung des Arbeitsgebietes auf einige Sonderkonstruktionen der Elektrotechnik war es möglich, den Wettbewerb mit den Großfirmen erfolgreich aufzunehmen. Die Fabrikate der Firma, insbesondere ihr Schaltermaterial und ihre Schaltanlagen erfreuen sich des besten Rufes und sind mustergiltig.

Eisenbahnbeförderung von Bogenlampenkohlen. Wie uns der Verein zur Wahrung gemeinsamer Wirtschaftsinteressen der deutschen Elektrotechnik, Berlin, mitteilt, sind auf seine Veranlassung Bogenlampenkohlen von der Verkehrsbeschränkung für Stückgüter ausgenommen worden, unterliegen also nicht mehr der Gütersperre.

Vereinigung Deutscher Starkstromkabelfabrikanten[1]). Die Geltungsdauer des Verbandes ist bis Mitte 1918 verlängert worden.

Verkaufsstelle vereinigter Fabrikanten isolierter Leitungsdrähte G. m. b. H., Berlin.[2]) Die Verkaufsstelle ist bis zum 30. VI. 1918 verlängert worden.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 500.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 360.

Abschluß des Heftes: 29. Dezember 1917.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkestraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 10. Januar 1918.** **Heft 2.**

Die Elektrizitätsversorgung unrentabler Gebiete.

Von **W. Hoffmann**, Herford.

Übersicht. Es werden die einer Versorgung unrentabler Gebiete entgegenstehenden, besonders finanziellen, Schwierigkeiten erläutert und auf Grund eigener Erfahrungen des Verfassers Vorschläge gemacht, wie solche Schwierigkeiten zu überwinden sind.

Für die Versorgung unrentabler Gebiete kommen hauptsächlich drei Möglichkeiten in Frage:

1. Der Anschluß an vorhandene, rentabel arbeitende Werke,
2. der Anschluß an neu zu gründende Werke, die sowohl rentable als unrentable Gebietsteile anschließen können,
3. der Anschluß an neu zu gründende Werke, die überwiegend unrentable Gebiete versorgen sollen.

Ob die Versorgungsunternehmen privater, gemischt-wirtschaftlicher oder rein kommunaler Art sind, ist für diese Betrachtungen ziemlich gleich. Der Staat kommt als unmittelbarer Versorgungsunternehmer nicht in Frage, dagegen als Großerzeuger, und kann als solcher in Zukunft entscheidenden Einfluß auf die Versorgung unrentabler Gebiete haben, worauf ich später noch eingehen werde.

In den unter 1 und 2 genannten Fällen ist es für die unrentablen Gebiete, wie gesagt, ziemlich gleich, wie das Unternehmen finanziert ist. Hier ist es die Privatgesellschaft, dort sind es die Vertreter der rentablen Gebietsteile, insbesondere der Städte, die dem Anschluß unrentabler Teile Widerstand entgegensetzen, weil sie dadurch eine Verwässerung der Rente befürchten. So kommt es, daß vielfach auch der Anschluß von Gemeinden unterbleibt, die ohne Verlust zum Nutzen der Allgemeinheit angeschlossen werden könnten, nur weil eine Verständigung über die Ungleichheit der Absatzgebiete Schwierigkeiten bietet und vielfach sogar weite Strecken von Hochspannungsleitungen durchzogen werden, ohne daß die berührten Gemeinden daraus Strom bekommen.

Die unter 3 genannte Möglichkeit der Gründung neuer Werke für überwiegend unrentable Gebiete bleibt ganz den Kommunalverbänden vorbehalten, weil Erwerbsgesellschaften für diese Unternehmen kein Interesse haben können und diese nur auf breitester Grundlage für große Gebiete von finanziell sehr leistungsfähigen Verbänden, insbesondere also den Provinzen oder unter ihrer Beteiligung, durchgeführt werden können. Derartige Unternehmen wurden schon vor dem Kriege von den Provinzen Schlesien und Pommern ins Leben gerufen und werden von den Provinzen Ost- und Westpreußen, Posen und Schleswig-Holstein, in denen die Elektrizitätsversorgung am weitesten zurück ist, geplant. Das Kennwort „unrentabel" darf für so große Gebiete nicht wörtlich angewendet werden, man dürfte hier höchstens schwach rentable Gebiete sagen, denn mit der Größe der Gebiete wachsen die Möglichkeiten des Ausgleichs, d. h. es werden neben den rein landwirtschaftlichen Abnehmern auch Städte und industrielle Verbraucher angeschlossen, die den Durchschnittsertrag des Unternehmens heben, so daß unter günstigen Umständen eine genügende Rente erzielt werden kann. Über die Finanzierung dieser Unternehmen, die an Zahl gering und Umfang groß, daher zu gründlichem, selbständigem Vorgehen in der Lage sind, braucht nichts im allgemeinen mehr gesagt zu werden, auch weil schon bewährte Beispiele vorliegen. In Schlesien hat, soweit mir bekannt, der Provinzialverband im Anschluß an die dortigen Talsperren Mauer und Marklissa die Elektrizitätsversorgung auf eigene Rechnung und eigene Gefahr eingeleitet. In Pommern wurden für verschiedene Teile der Provinz getrennte Unternehmen als Aktiengesellschaften unter überwiegender Beteiligung der Provinz und angemessener Beteiligung der übrigen Kommunalverbände, jedoch unter einheitlicher Führung der Provinz gegründet. Die über den Einzelinteressenten stehende Verwaltung der Provinzen bietet ausreichende Gewähr dafür, daß auch ihre am wenigsten rentablen Gebietsteile angemessen versorgt werden, und es ist mit Sicherheit zu erwarten, daß alsbald nach dem Kriege diese Versorgung mit aller Energie zur Durchführung kommt. Anders liegt es bei zahlreichen Gebieten, die von bestehenden Überlandzentralen eingeschlossen oder berührt werden und daher auf diese angewiesen sind. Die Zahl solcher Gemeinden, die innerhalb der Versorgungsgebiete einzelner Überlandwerke liegen oder an diese grenzen, selbst aber noch nicht versorgt werden, zählt in Deutschland höchstwahrscheinlich nach Tausenden.

Die hiergegen bisher angewendeten Mittel haben wenig oder keinen Erfolg gehabt. Entweder weil sie unzulänglich waren, oder weil die praktische Durchführung zu große Schwierigkeiten verursachte.

Aus naheliegenden Gründen schließen die Werke auf Grund ihrer Wegerechtsverträge zunächst die rentablen Gemeinden und Verbraucher an und verhalten sich dann den unrentablen Gebieten gegenüber ablehnend, mindestens abwartend. An sich ist ein schrittweiser Ausbau durchaus richtig, weil auch in den guten Gebietsteilen der Absatz sich langsam entwickelt und diese Entwicklung zu große Verluste bringen würde, wenn von vornherein daneben große Kapitalien für unrentable Gebietsteile festgelegt sind. Es muß aber Vorsorge getroffen werden, daß die Werke nicht bei den rentablen Gebieten stehen bleiben, dort den Gewinn steigern und die schwächeren Gebietsteile liegen lassen oder nur unter Bedingungen anschließen wollen, die für letztere unannehmbar sind.

Grundsätzlich hat der Landwirt unrecht, wenn er die elektrische Arbeit zu gleichen Bedingungen beziehen will wie der Städter, weil die Selbstkosten der gelieferten Kilowattstunde für seinen Verbrauch infolge höherer Anlagekosten und geringerer Ausnutzung der Anlagen erheblich höher sind. Auch nach der Nützlichkeit wäre die Forderung gleicher Preise unbegründet, weil diese für den Landwirt weitaus größer ist als für den Städter, der sich mit anderen Kraftquellen jederzeit leichter helfen kann. Der Verbrauch in der Landwirtschaft ist erfahrungsmäßig so gering, daß selbst wesentlich höhere Strompreise, als in Städten üblich, den Nutzen der Elektrizität nicht in Frage stellen würden, weil diese unter allen Umständen billiger bleibt als jede andere Kraft.

Aber auch die Privatwerke oder kommunalen Vertreter rentabler Gebiete haben unrecht, wenn sie den Anschluß der ländlichen Gemeinden etwa davon abhängig machen, daß der prozentuale Gewinn des Unternehmens nicht zurückgeht. Abgesehen von den mittelbaren Vorteilen, die die Allgemeinheit, insbesondere die Städte von einer leistungsfähigen Landwirtschaft haben, genügt es vollkommen, wenn die Versorgung dieser Gebietsteile nach Deckung der Betriebskosten eine ausreichende Verzinsung des dafür aufgewendeten Kapitals bringt, d. h. der absolute Überschuß des Werkes wächst, wenn auch der prozentuale Gewinn des aufgewendeten Kapitals geringer wird. Eine Schädigung der alten Teilhaber am Unternehmen läßt sich vermeiden, wenn das Kapital für die unrentablen Gebiete an den Gewinnen der rentablen nicht teilnimmt und nötigenfalls unter Garantie der zu versorgenden Kommunalverbände zu niedrigem Zinsfuß dargeliehen wird.

Wie lassen sich nun die Güteunterschiede der einzelnen Gebietsteile zweckmäßig ausgleichen? Der scheinbar einfachste Weg in den unrentablen Gemeinden, höhere Strompreise zu nehmen, ist nicht gangbar,

1. weil dadurch der Verbrauch eingeschränkt und wahrscheinlich das Gegenteil erreicht würde,
2. weil in vielen Grenzfällen Schwierigkeiten entstehen, bei denen sich nicht einwandfrei feststellen läßt, welcher Art die Gemeinden oder Verbraucher sind,
3. weil auch in unrentablen Gebieten einzelne Abnehmer sein können, denen aus geschäftlichen Gründen ebenso niedrige oder niedrigere Strompreise als in rentablen Gebieten eingeräumt werden müssen.

Als einfachstes Mittel zum Ausgleich bleibt die Garantie eines bestimmten Mindestverbrauches oder ein Beitrag zu den Baukosten als verlorener Bauzuschuß oder beides zusammen. In vielen Verträgen, die einen Ausgleich der Güteunterschiede vorsehen, ist die Garantiebestimmung enthalten, mitunter nach Maßgabe der Anschlußwerte, überwiegend aber in Prozenten des aufzuwendenden Baukapitals als garantierte Jahreseinnahme für eine Reihe von Jahren. Zum Beispiel bekommt ein Kreis in dem Vertrage, mit dem er einem Werk, das privat, kommunal oder gemischt-wirtschaftlich finanziert ist, seine Wege frei gibt, das Recht, die Versorgung einzelner vom Werke noch nicht angeschlossener Teile zu verlangen, wenn eine Jahreseinnahme von soundsoviel Prozent des hierfür aufgewendeten Baukapitals für soundsoviele Jahre gewährleistet wird. Mit diesem Vertrage glauben sich beide Teile gesichert, und der Kreis ist der Meinung, die Elektrizitätsfrage gelöst zu haben. In Wirklichkeit führen diese Verträge häufig zu bitteren Enttäuschungen und Schwierigkeiten. Gesichert ist bestimmt das Unternehmen gegen eine Verwässerung, wie weit aber die unrentablen Gebietsteile damit versorgt werden, hängt in der Hauptsache von den maßgebenden Organen des Unternehmens ab und weniger vom Kreise oder seinen Gemeinden. Die praktische Anwendung der Garantiebestimmungen ist sehr schwierig, wenn das Unternehmen nicht selbst den besten Willen hat, die unrentablen Gebietsteile zu versorgen. Die Erweiterung unter Garantie kann aus praktischen Gründen nicht

Digitized by Google

für das ganze Gebiet des Kreises zugleich geschehen und daher die Garantie auch nicht in gleichmäßiger Verteilung vom Kreise oder allen Gemeinden desselben getragen werden. Die Städte sind meist schon ohne Garantie angeschlossen, die übrigen Teile des Kreises bilden wegen ihrer Lage, noch mehr wegen des Risikos, das in der Garantie liegt, nicht ein einziges geschlossenes Erweiterungsgebiet, sondern es werden einzelne oder Gruppen von Gemeinden, die zu bestehenden Leitungen des Werkes günstig liegen, zunächst den Wunsch haben, versorgt zu werden.

Dabei taucht zuerst die Frage auf, wer übernimmt die Garantie. Die betreffende Gemeinde hat natürlich den Wunsch, daß der Kreis sich mindestens erheblich an der Garantie beteiligt; dem stehen aber die Interessen der bereits versorgten Gemeinden entgegen, wenn daraus Kosten erwachsen. Die Parallelfrage ist also, wie hoch sind die etwaigen Zuschüsse aus der Garantie, d. h. wie hoch ist diese, und wie hoch werden die wirklich zu erwartenden Einnahmen mit normalen Strompreisen sein. Diese Frage läßt sich wiederum nur beantworten, nachdem bekannt ist, wie hoch das Baukapital wird, weil die Garantie bekanntlich in Prozenten dieses Kapitals ausgedrückt ist, und weiter bekannt ist, wie hoch die tatsächlichen Stromeinnahmen mit normalen Preisen sein werden. Beide Arbeiten hätte das Werk zu leisten, und damit hängt die ganze Erweiterung meist von dem guten Willen des Werkes ab. In den Verträgen sind gewöhnlich keine Bestimmungen über die Höhe der Preise für Baumaterialien enthalten. Das Werk hat es also in der Hand, diese und damit die Garantie entsprechend hoch zu stellen. Gleichfalls fehlen in den Verträgen meist die Fristen für Vorarbeiten und den Bau; damit können die Arbeiten wieder beliebig in die Länge gezogen werden, so daß, wenn das Unternehmen nicht selbst den Wunsch hat, die unrentablen Gebiete zu versorgen, ihm alle möglichen Mittel zur Verfügung stehen, diese Versorgung hinauszuschieben. Will der Kommunalverband die Sache mit Gewalt vorwärtsbringen, so muß er sich mindestens einen erfahrenen Fachmann nehmen, der die Verhandlungen mit dem Werke führt und dieses, nötigenfalls unter Zuhilfenahme der Schieds- oder ordentlichen Gerichte zwingt, den Wünschen des Kommunalverbandes zu entsprechen. Ist eine derartige Erweiterung wirklich zustande gekommen und die Unterbringung der Garantie beim Kreise, der Gemeinde oder den Abnehmern gelungen, so wiederholt sich dasselbe Verfahren mehr oder weniger schwierig, je nachdem die Erfahrungen bei der ersten Erweiterung sind. Ergibt sich z. B., daß aus der Garantie Nachzahlungen geleistet werden müssen, so scheitern daran unter Umständen alle anderen Erweiterungen auch in solchen Gebieten, die erheblich besser wären, weil die Stimmung verdorben ist. Die bisherigen Erfahrungen aus vielen Verträgen mit der Garantieklausel ergeben, daß dabei unbedingt folgende Einzelheiten beim Abschluß beachtet werden müssen.

1. Die Höhe der Baukosten darf nicht nach dem Belieben des Werkes bestimmt werden, sondern ist abhängig von den Selbstkosten des Werkes mit bestimmten Aufschlägen oder sonstwie festzulegen und von der anderen Partei zu überwachen.
2. Die Frist für Vorarbeiten von der Aufforderung an muß je nach der Größe der Erweiterung bestimmt sein.
3. Die Dauer der Bauzeit muß abhängig von der Größe der Erweiterung festgelegt werden.
4. Es muß dem garantieleistenden Kommunalverbande freistehen, die Erweiterungen von Unternehmerfirmen oder mit eigenem Personal ausführen zu lassen und dem Werke zu Selbstkosten zu übergeben, wenn diese Selbstkosten niedriger sind als vom Werke gefordert. Die Bauten müssen selbstverständlich dabei den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen und billigen Anforderungen des Werkes genügen.
5. Es muß ein ständiger technischer Ausschuß, wie das in Verträgen meist übliche Schiedsgericht, aus Vertretern beider Parteien bestehen, der alle geschäftlichen Fragen unparteiisch bearbeitet und schiedsrichterlich entscheidet.

Außerdem muß der Kreis oder der betreffende Kommunalverband mit seinen Unterverbänden schon vor Abschluß des obengenannten Vertrages vereinbaren, von wem oder in welcher Verteilung die Garantie bei späteren Erweiterungen aufzubringen ist. Wie weit dabei die schon versorgten Gebiete an der Garantie teilnehmen, wie weit die Gemeinden und wie weit die Abnehmer selbst herangezogen werden, hängt ganz von den besonderen Verhältnissen jedes Falles ab. Die Regelung wird leicht sein, solange noch keiner versorgt ist, und darf nicht späteren Zeiten vorbehalten bleiben, weil sich die Interessen naturgemäß verschieben. Neben der richtigen Bemessung der Garantiesätze, die scharf berechnet werden müssen, ist es von größter Wichtigkeit, die Garantiegebiete richtig abzugrenzen. Das Werk darf nicht die Gewinne aus den rentablen Gemeinden eines Kreises einstecken und für den Anschluß der unrentablen Garantien fordern, sondern es muß gehalten sein, die Überschüsse aus den guten Teilen oder einen Teil derselben auf unrentable in Anrechnung zu bringen, d. h. die Garantiebestimmung muß so gehalten werden, daß dem Werk eine Einnahme von soundsoviel Prozent des Anlagekapitals, bezogen auf das ganze Gebiet, gewährleistet wird, so daß die Überschüsse aus dem alten ohne weiteres für das neue gelten oder die Garantie wird auf das neue Gebiet allein bezogen, die im alten Gebiete jedoch über einen bestimmten etwas höher liegenden Satz sich ergebenden Einnahmen werden auf das neue Gebiet angerechnet. Die im alten Gebiet, etwa in den Anfangsjahren, vom Werke getragenen Verluste müssen dabei natürlich zunächst ausgeglichen werden.

Verlorene Bauzuschüsse sind dann allein oder neben einer Garantie am Platze, wenn die voraussichtlichen Stromeinnahmen erheblich unter der Garantie bleiben und das Unternehmen keinen Ausgleich durch bessere Gebiete hat, nach Ablauf der Garantiezeit also starke Einnahmeausfälle erleiden würde. Wie hoch diese Zuschüsse sein sollen, hängt auch von den besonderen Verhältnissen jedes Falles ab, ebenso die Frage, in welcher Form und Verteilung Garantie und Bauzuschüsse aufzubringen sind. Nach meinen Erfahrungen empfiehlt es sich nicht, den Verbraucher mit Garantien zu belasten, weil besonders der Landwirt gegen solche laufende Lasten große Abneigung hat, wodurch die Beteiligung zum Anschluß erschwert wird. Die Garantie wird am besten von Kreis und Gemeinde getragen, der Bauzuschuß hingegen nach Maßgabe der tatsächlichen Kosten für jeden einzelnen Anschluß vom Abnehmer.

Bei dem von mir geleiteten Elektrizitätswerk Minden–Ravensberg G. m. b. H. (EMR), das im Jahre 1909 als rein kommunales Unternehmen von der Provinz Westfalen, den beiden Kreisen Herford und Minden und den versorgten Städten und Landgemeinden gegründet ist, sind zunächst auch nur die besten Teile der beiden Kreise angeschlossen worden. Im Gesellschaftsvertrag wurde die Bestimmung aufgenommen, daß die Kreise Ausdehnungen verlangen können, wenn sie oder ihre Gemeinden ihre Kapitalbeteiligung am Unternehmen, entsprechend den Erweiterungskosten, erhöhen und eine Jahresstromeinnahme von 16% der Erweiterungskosten für 5 Jahre gewährleisten. Das Anfangskapital war 1,5 Mill. M. Die Kosten des Kraftwerkes und größerer gemeinsamer Anlagen wurden von der Provinz und den beiden Kreisen allein getragen; außerdem trägt der Kreis Herford innerhalb seines Gebietes die Kosten der Hochspannungsleitungen, während die örtlichen Aufwendungen für Transformatoren und Niederspannungsleitungen aus der Beteiligung der versorgten Gemeinden nach Maßgabe des jeweiligen Bedarfes gedeckt werden. Im Kreise Minden werden die Kosten für alle Leitungen und Transformatorenstationen vom Kreis und Gemeinden je zur Hälfte getragen. Bei allen Erweiterungen sind die Garantien im Kreise Herford von den Gemeinden zu leisten, im Kreise Minden garantieren Kreis und Gemeinde je zur Hälfte. Für das in jedem Falle einzuschießende Baukapital erhalten Kreise und Gemeinden Geschäftsanteile der Gesellschaft zum Nennwert mit entsprechender Berechtigung in der Gesellschaft. Das heutige Anlagekapital des Unternehmens beträgt über 7 Mill. M und es werden alsbald nach dem Kriege weitere 2 bis 3 Mill. M anzulegen sein, bis das ganze Gebiet wirklich intensiv versorgt ist. Eingeschlossen dabei ist noch das Fürstentum Schaumburg-Lippe, das in den letzten Jahren auf Grund besonderer Vertragsbestimmungen ohne Garantie nur mit verlorenen Bauzuschüssen für das ganze Gebiet aufgenommen worden ist. Die Bauten werden vom EMR mit eigenen Leuten ausgeführt, das Baumaterial wird billigst eingekauft und alles zu Selbstkosten abgerechnet. Neben sehr reichlichen Abschreibungen und Rückstellungen hat das Unternehmen in den verschiedenen Jahren seines Bestehens Dividenden von 3, 4, 6, 6, 8 und 7½% ausgeschüttet. Der Aufsichtsrat der G. m. b. H. besteht aus den Leitern der beteiligten Kommunalverbände und hält darauf, daß die noch nicht versorgten Gebiete, auch wenn sie unrentabel sind, in angemessener Zeit versorgt werden. Die Absatzgüte des Gebietes ist sehr ungleich. Neben 9 Städten und einer Anzahl geschlossen bebauter Landgemeinden haben besonders die beiden Kreise eine große Anzahl von sehr verstreut bebauten Landgemeinden. Es gibt einzelne Niederspannungsnetze, die bis zu 40 km einfacher Leitungslänge bei etwa 3000 Einwohnern haben, und Einzelanschlüsse mit einer Durchschnittslänge von 500 bis 600 m gehören nicht zu den Seltenheiten. Abgesehen von der Kriegszeit, die große Erweiterungen technisch und wirtschaftlich verhindert, ist der Ausbau alljährlich ziemlich gleichmäßig fortgeschritten. Das Verfahren dabei ist immer das gleiche. Sobald der Kreis auf Wunsch seiner Gemeinden den Anschluß oder die Erweiterung beantragt, werden vom Werk örtliche Erhebungen über die Lage und den Bedarf der Interessenten gemacht und dem Kreise Projekte vorgelegt, aus denen sich ergibt, wie hoch das Anlagekapital und die Garantie einerseits, und wie hoch die erfahrungsgemäß zu erwartenden Stromeinnahmen anderseits sein werden. Bleiben die Stromeinnahmen erheblich unter der Garantie, so müssen die Verbraucher einen angemessenen Teil der Baukosten als verlorene Zuschüsse aufbringen, um das Kapital und die Garantie damit herabzudrücken. Die Verteilung dieser Zuschüsse geschieht nach Leistungsfähigkeit, Anschlußkosten und sonstigen billigen Gründen durch Vertrauensleute aus der Gemeindevertretung. Haben sich die Verbraucher bereit erklärt, die ihnen zugedachten Zuschüsse zu übernehmen, ein Zwang kann natürlich nicht ausgeübt werden, so übernehmen Kreis und Gemeinde den Rest des Baukapitals und die Garantie. Lehnen die Interessenten die Zuschüsse ab, was sehr selten vorkommt, so bleibt die Erweiterung vorläufig liegen. Die Erweiterungsgebiete sind in sich begrenzt, d. h. durch Überschüsse aus guten Gebieten wird vertraglich kein Ausgleich geschaffen. Bei der günstigen Geschäftslage des Unternehmens hat aber der Aufsichtsrat den Kreisen bereits bestimmte Erweiterungssummen unter erleichterten Bedingungen zugestanden und wird dieses auch in Zukunft wahrscheinlich tun, weil es die ausgesprochene Absicht des Unternehmens ist, die Elektrizität soweit als irgend möglich in alle

Digitized by Google

Teile des Gebietes einzuführen, ohne daß dabei natürlich die Rentabilität des Unternehmens gefährdet wird. Das EMR betreibt neben dem erwähnten Eigenbau imgroßen Umfange die Herstellung von Hausinstallationen und zieht damit auch aus den Gebietsteilen, in denen das Stromgeschäft unrentabel ist, guten Gewinn. Dieses Geschäft kann allen Kommunalverbänden, insbesondere mit unrentablen Gebieten, nur dringend empfohlen werden und entspricht auch in jeder Beziehung der Gerechtigkeit. Die Einwendungen der Installateurverbände in dieser Beziehung sind unbegründet. Meist bestehen in den neu zu versorgenden Gebieten überhaupt noch keine Installationsgeschäfte, und es ergibt sich dabei, wenn das Werk nicht installiert, der unnatürliche Zustand, daß größere auswärtige Unternehmer aus einem neu anzuschließenden Gebiet großen Nutzen ziehen, während der Kommunalverband, der diesen Nutzen ermöglicht, aus dem Stromverkauf Verluste tragen muß. Selbstverständlich dürfen die Kommunalverbände kein Installationsmonopol in Anspruch nehmen und sollen nur in freier Konkurrenz gleichberechtigt mit dem Gewerbe installieren, sie haben aber geradezu die Pflicht, durch dieses Geschäft die beim Stromverkauf sich ergebenden Verluste nach Möglichkeit auszugleichen, d. h. alle sich aus der Elektrizitätsversorgung ergebenden Quellen zu erfassen und nicht den Schaden zu tragen, während der Nutzen abwandert. Für die eingesessenen Installateure bleibt daneben immer noch genügend Verdienstmöglichkeit, weil der Kommunalverband oder das Elektrizitätswerk in erster Linie die Stelle der großen auswärtigen Installationsfirmen einnehmen soll.

Beim Installationsgeschäft ist unter Umständen auch eine Verbindung mit der Garantie in der Weise möglich, daß, wenn der Kommunalverband keine eigene Organisation hierfür schaffen will und das Werk die Installationen ausführt, ein Teil des Nutzens aus diesem Geschäft auf die Garantie angerechnet werden kann. Diesbezüglich wären also die unter 1 bis 5 vorgeschlagenen Bestimmungen des Garantievertrages noch zu ergänzen.

Kommunalverbände, die keine Gelegenheit haben, allein oder mit anderen eine großzügige Versorgung nach vorstehenden Betrachtungen sicherzustellen, sondern für kleine Gebiete den Strom beziehen und weiter verteilen müssen, können doch einen Teil der vorstehenden Gesichtspunkte verwerten.

Der an einer Versorgung der unrentablen Gebiete stark interessierte preußische Staat hat bisher in dieser Sache so gut wie nichts getan. Der bekannte Ministerialerlaß vom 26. Mai 1914 betreffend die Benutzung staatlichen Grundeigentums ist ein verspäteter Versuch, auf die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung Einfluß zu gewinnen. Die Wirkung dieses Erlasses läßt sich noch nicht beurteilen, weil infolge des Krieges nicht gebaut wurde, sie kann aber nicht groß werden, weil die Machtmittel, die der Staat hier anzuwenden gedenkt, recht bedenklich sind. Preußen hat leider der Elektrizitätsversorgung viel zu lange abwartend zugesehen, und wenn auch eine Einschnürung nicht erwünscht gewesen wäre, so hätten doch Richtlinien für die Entstehung von Überlandzentralen bei Zeiten aufgestellt werden sollen, bei denen, durchaus nicht etwa auf Kosten der Werke allein, die Versorgung der unrentablen Gebiete gefordert werden konnte. Das Zurückbleiben der unrentablen Gebiete ist, wie schon eingangs gesagt, nicht allein ein Verschulden der Werke, sondern zum großen Teil auf Mißverständnisse, ungenügende Erfahrungen und ungenügende Verträge zurückzuführen. Hier hätte eine zuverlässige staatliche Beratung bei Zeiten einsetzen müssen. Mit dem jetzt beabsichtigten Zwang durch Versagen von Bahn-, Kanalkreuzungen und dergleichen kann viel Erbitterung geschaffen, das Versäumte aber nicht mehr nachgeholt werden.

Die neuerdings unter der Bezeichnung „Elektrische Großwirtschaft unter staatlicher Mitwirkung" von Prof. Klingenberg[1]) gemachten Vorschläge, die gesamte Elektrizitätserzeugung in Preußen, möglichst in Deutschland, unter staatlicher Mitwirkung einheitlich zu regeln, kann für die Versorgung unrentabler Gebiete von großer Bedeutung sein. Klingenberg schlägt bekanntlich vor, ganz Preußen von 20 bis 25 Großkraftwerken, die an den Gewinnungsstellen der Energie, also an Kohlengruben oder Wasserkräften errichtet werden, zu versorgen. Diese Werke sollen miteinander durch Hochspannungsleitungen verbunden werden, um an Reserven usw. zu sparen. Der Staat soll selbst nicht als Versorger auftreten, sondern dieses Geschäft den bestehenden oder noch entstehenden Unternehmen überlassen, und die elektrische Arbeit im großen an diese abgeben. Dabei bietet sich nun nach meiner Ansicht die denkbar beste Gelegenheit, die Versorgung schwacher Gebiete zu fördern, indem der Staat den Versorgungsunternehmungen für die Belieferung solcher Gebiete Vorzugspreise einräumt und sonstige Erleichterungen gewährt. Ob auch die zwischen den Großwerken nötigen Verbindungsleitungen zur besseren Erschließung durch unrentable Gebiete geführt werden, mag dahingestellt bleiben, weil die Leitungen mit einer Spannung von 100 000 V betrieben werden und wegen der Betriebssicherheit und der Kosten der Stationen nur für Leistungen über 1000 kW angezapft werden sollen. Jedenfalls aber bietet allein die Stellung des Staates als Großerzeuger genügend Möglichkeiten, die Versorgung unrentabler Gebiete durch seine Abnehmer zu fördern; in welcher Weise dieses geschehen kann, würde hier zu behandeln zu weit führen. Der parteipolitisch kaum vermeidbare Einwand, daß damit die Landwirtschaft bevorzugt würde, ist leicht zu widerlegen, denn der Bedarf der Landwirtschaft fällt bekanntlich nicht in die Zeiten der sonstigen Höchstbelastung der Kraftwerke und erfordert daher keine Kosten für Maschinenvorhaltung, kann also auch billiger abgegeben werden.

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 297, 314, 328, 343, 711, 714.

Einseitiger magnetischer Zug in elektrischen Maschinen.

Von **Dr. E. Rosenberg**, Weiz (Steiermark).

(Fortsetzung von S. 3.)

II. Mehrpolige Maschinen mit verteilter Erregerwicklung.

Bis jetzt haben wir Maschinen mit ausgeprägten Polen betrachtet, bei denen die Luftinduktion auf der ganzen Polfläche bei konzentrischer Lagerung von Ständer und Läufer konstant ist. Bei Induktionsmotoren und Turbogeneratoren ändert sich jedoch die Luftsättigung entlang einer Polhälfte stetig von null bis zu einem Maximum. Wir betrachten wieder zuerst mehrpolige Maschinen, können hier genau so wie bei Maschinen mit ausgeprägten Polen analoge Stellen des Umfanges betrachten, die um 90°, 60° ..... voneinander entfernt sind, und finden durch genau die gleiche Überlegung, daß die Differenz der magnetischen Züge zweier gegenüber liegender Pole berechnet wird, als wenn die Polflächen in die Ebene ausgestreckt und die Luftspalte um den Betrag x verringert und vergrößert wären, und daß diese Differenz mit dem vierten Teil der Polzahl zu multiplizieren ist.

Wir nehmen eine Maschine an, deren Ständer und Läufer gleichmäßig am ganzen Umfang mit Nuten versehen sind, so daß die magnetische Charakteristik jedes Umfangsteiles die gleiche ist, und nehmen die Kurve *I* in Abb. 5 wieder als Charakteristik der Luftsättigung an. Des leichten Verständnisses halber wählen wir zuerst zur Einführung den praktisch wertlosen Fall, daß auch der höchstgesättigte Teil der Polfläche noch innerhalb der geradlinigen Magnetisierungscharakteristik liegt, und daß die Amperewindungen auf dem Pol ganz gleichmäßig verteilt seien. Dann ist die Kraftlinienverteilung entlang der peripherischen Ausdehnung des Poles durch die Ordinaten des Dreiecks *I* in Abb. 7 gegeben, der

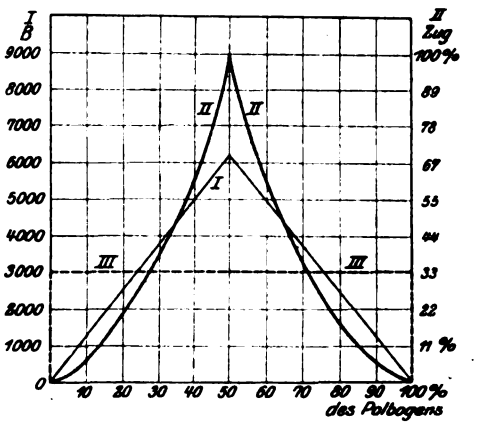


Abb. 7.

lokale magnetische Zug in jedem Punkte durch die Ordinaten der doppelten Parabel *II*, welch letztere der Kurve *II* aus Abb. 5 entspricht. Der Höchstwert des lokalen, einseitigen Zuges tritt in der Polmitte auf. Der Mittelwert des Zuges über der ganzen Polfläche ergibt sich (aus der Planimetrierung der Parabel) mit ⅓ oder 33,3% des Höchstwertes. Die Höhe des Rechteckes *III* stellt diesen Mittelwert dar. Auf der rechten Seite von Abb. 7 ist der Prozentmaßstab für den magnetischen Zug gegeben, wobei der lokale Höchstwert des Zuges als 100 % bezeichnet ist.

Bei stärkerer Erregung werden die äußeren Teile des Poles noch vollkommen ungesättigt sein, während gegen die Polmitte zu die Sättigung über den kritischen Wert steigt. In Abb. 8 zeigt die Doppelkurve *I* die Feldform

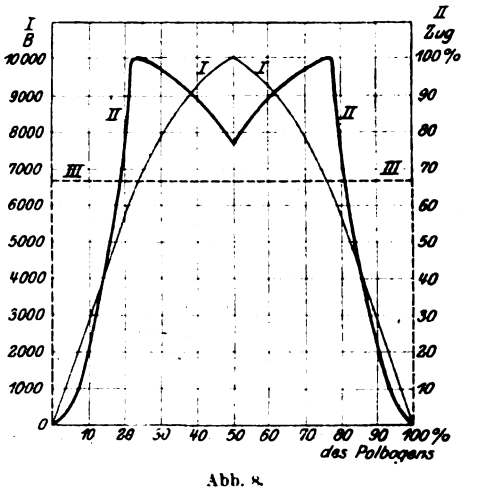


Abb. 8.

für eine Luftsättigung von 10 000 in der Polmitte. Die Doppelkurve *II* ist der der Induktion 0 bis 10 000 entsprechende Teil der Kurve *II* von Abb. 5 mit geändertem Abszissenmaßstab. Der durch Planimetrierung bestimmte Mittelwert ist durch die Höhe des gestrichelten Rechteckes *III* gegeben, das mit dem von der Grundlinie und der Doppelkurve *II* eingeschlossenen Gebilde flächengleich ist. Dieser Mittelwert ist hier (Maßstab auf der rechten Seite) annähernd gleich 66% des Maximalwertes.

Zur Bestimmung des Mittelwertes des einseitigen Zuges würde natürlich die Feldkurve einer Polfläche vollkommen genügen, und die Lösung ist in Abb. 9 allgemein gegeben. Angenommen, die höchste Sättigung in der Polmitte sei dargestellt durch die Ordinate NI der Kurve *I* in Abb. 9, und weiter angenommen, die Amperewindungen seien auf dem ganzen Pol gleichmäßig verteilt, so stellt die Sättigungskurve von 0 bis *I* auch die Kurve

Digitized by Google

des Polflusses längs der halben Polfläche dar. Von Abb. 5 übertragen wir auch die Kurve *II* des magnetischen Zuges. Die Ordinaten dieser Kurve von *O* bis zur Vertikalen *N II* in Abb. 9 stellen uns den lokalen magnetischen Zug

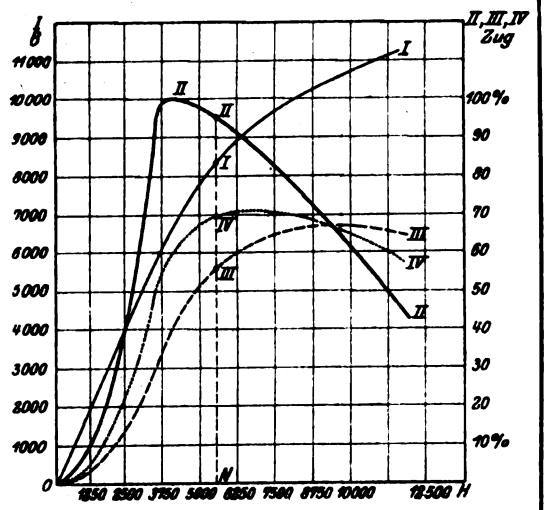


Abb. 9.

dar. Um den gesamten einseitigen Zug zu erhalten, müssen wir die Kurve *II* planimetrieren, oder ihren Durchschnittswert über der ganzen Abszisse *O N* bestimmen. Die Ordinate *N III* in Abb. 9 stellt diesen Durchschnittswert dar. Wir zeichnen jetzt eine neue Kurve *III*, deren Ordinaten in jedem Punkte den Durchschnittswert aller Ordinaten der Kurve *II* vom Ursprung bis zum Endpunkt der betreffenden Abszisse bilden. Solange die Kurve *II* eine Parabel ist, sind die Ordinaten von *III* genau der dritte Teil der Ordinaten von *II*. Später nähern sich die beiden Kurven, für hohe Sättigung sind die Ordinaten von *III* größer als die von *II*. Der einseitige Zug der ganzen Maschine ist dann für jede beliebige Höchstsättigung gegeben durch Multiplikation eines Viertels der gesamten Polschuhfläche mit der Ordinate der Kurve *III* für die Höchstsättigung. Auf der rechten Seite von Abb. 9 ist das Maximum der Kurve *II* mit 100% bezeichnet und ein Prozentmaßstab gegeben. Wir sehen beispielsweise, daß für die durch *O N* dargestellte MMK der Durchschnittswert des magnetischen Zuges *N III* 56% des Maximalwertes beträgt. Das Maximum der Kurve *III* hingegen hat einen Wert von annähernd 66,5 % des Maximums der Kurve *II*, u. zw. wird in diesem Beispiele das Maximum von *III* erreicht für eine maximale Luftsättigung von 10 500 Linien auf den cm². Die Kurve *III* ist in ihrem oberen Teile viel flacher als die Kurve *II*. Die Ordinaten von *III* überschreiten einen Wert von 60% für den ganzen Bereich der MMK von $H = 6250$ bis weit über 12 000. In einer Maschine mit verteilter Erregerwicklung gibt es daher keineswegs das scharfe

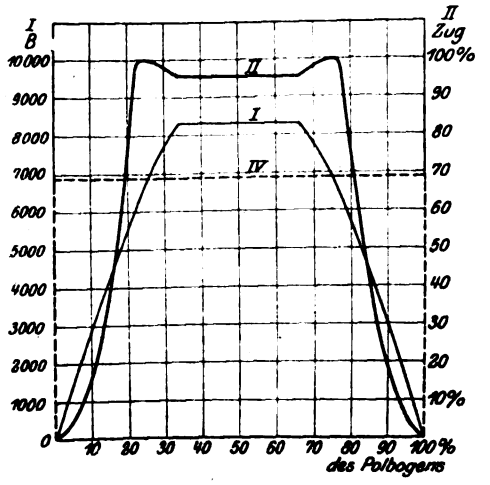


Abb. 10.

Abfallen des einseitigen magnetischen Zuges nach Erreichung einer geringen Sättigung, das wir bei der Maschine mit ausgeprägten Polen gefunden haben. Im Gegenteil, der magnetische Zug bleibt für weite Änderungen der Luftsättigung fast konstant.

Bei Turbodynamos und Induktionsmotoren sind die Amperewindungen in der Regel nicht gleichmäßig auf dem Umfang verteilt, sondern die Wicklung ist so angeordnet, daß ein sinus-ähnlicheres Feld erreicht wird. Es ist z. B. das mittlere Drittel der Polfläche nicht bewickelt. Häufig sind aber trotzdem Ständer und Läufer gleichmäßig oder fast gleichmäßig genutet. In einem solchen Falle wäre die Polform durch Kurve *I* in Abb. 10 dargestellt, und der lokale magnetische Zug bleibt konstant über das mittlere Drittel der Polfläche. Der Kurventeil von *II* in Abb. 10 über den Abszissen 0 bis 33⅓% des Polbogens ist mit verändertem Abszissenmaßstab getreulich aus Abb. 5 übertragen; die beiden symmetrischen Kurventeile von *II* in Abb. 10 sind durch eine gerade Linie miteinander verbunden, die von der Abszisse 33⅓ bis zur Abszisse 66⅔ reicht. Das Rechteck *IV*, Abb. 10, ist flächengleich mit dem Gebilde, das von *II* und der Grundlinie eingeschlossen wird. Die Höhe des Rechteckes ist in diesem besonderen Falle 69% des Maximalwertes von Kurve *II*.

Um den Durchschnittswert des einseitigen Zuges entlang der ganzen Polfläche für irgend eine Erregung zu bestimmen, ist es nur notwendig, die Kurven *II* und *III* in Abb. 9 zu kombinieren. Da z. B. *N III* den Durchschnittswert des Zuges für ⅔ der Polfläche darstellt, und *N II* den konstanten Wert des Zuges für ⅓ der Polfläche, so wird der Durchschnittswert des Zuges über den ganzen Pol erhalten, indem wir ⅔ der Ordinate *N III* addieren zu ⅓ der Ordinate *N II*. Auf diese Weise erhalten wir die Ordinate *N IV*. Der Abstand zwischen *III* und *IV* ist ⅓ des Abstandes zwischen *III* und *II*. Es ist also ganz leicht, die einzelnen Punkte der punktierten Linie *IV* zu finden, die uns den Durchschnittswert des magnetischen Zuges für diese Feldform für jede beliebige Erregung geben.

Im gezeichneten Beispiel ist der Maximalwert von *IV* 70,5% des Höchstwertes von *II* und wird bei einer Induktion von 9300 erreicht. Die Kurve ist ebenfalls recht flach, die Ordinaten übersteigen z. B. ⅔ des Höchstwertes von *II* für Induktionen von 7700 bis 10500

Bei anderen, vom Verfasser untersuchten Magnetisierungskurven ergab sich z. T. ein etwas höherer Wert des Maximums der Kurve *IV*.

Im allgemeinen sehen wir aber, daß bei Maschinen mit verteilter Erregerwicklung der Durchschnittswert des magnetischen Zuges nicht sehr verschieden ist von ⅔ des größtmöglichen, lokalen magnetischen Zuges. Bei Maschinen mit zylindrischem Feld kommt als Polfläche die ganze Zylinderoberfläche in Betracht, während die Polfläche einer Maschine mit ausgeprägten Polen nur etwa ⅔ der Zylinderoberfläche beträgt, der Zug auf der ganzen Polfläche aber bei der kritischen Erregung durchaus den Maximalwert hat. Die Formel

$$F_z = c\,\pi\,D\,L\,.\left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 . \frac{x}{a_1} \quad . \quad . \quad (6$$

gilt daher in gleicher Weise für Maschinen mit ausgeprägten Polen und für solche mit verteilter Wicklung, und der Faktor *c*, den wir früher den Polfaktor genannt haben, ist in beiden Fällen annähernd ⅔.

Wenn der Rotor offene Nuten hat, so ist anstatt der Oberfläche $\pi\,D\,L$ eine durch die Oeffnung der Nuten verringerte Oberfläche einzusetzen. Mit der Verringerung der Oberfläche geht Hand in Hand eine fast proportionale Vermehrung des Wertes von B_m, der kritischen Luftsättigung, weil die Sättigungskurve bei einer bestimmten Eisensättigung und nicht bei einer bestimmten Luftsättigung sich zu krümmen anfängt. Da B_m in der Formel im Quadrat erscheint, wird ein Rotor mit offenen Nuten einen etwas größeren, magnetischen Zug ergeben als ein Rotor mit geschlossenen Nuten, bei dem der gesamte Kraftfluß und der Luftspalt der gleiche ist.

Bei Rotoren von Turbodynamos, die im mittleren Teile des Poles nicht genutet sind, müßten zwei Magnetisierungskurven berücksichtigt werden: Der eine für den ungenuteten Teil des Poles mit der höchsten Induktion und der andere für den genuteten Teil, dessen Luftsättigung vom höchsten Wert allmählich bis 0 heruntergeht. Die kritische Luftsättigung für den genuteten Teil liegt bedeutend niedriger als die für den ungenuteten Teil, und der magnetische Zug, der von den genuteten Teilen herrührt, wird nur ungefähr die Hälfte von dem des ungenuteten Teiles betragen. Man kann die Formel (6) auch hier anwenden, wenn man aus den beiden Magnetisierungskurven dem „Gefühle" nach eine mittlere Magnetisierungskurve konstruiert. Dies wird für praktische Zwecke häufig genügen.

Bei Dynamos und Motoren liegen die kritischen Sättigungen meist zwischen den Werten 7070 und 8535, so daß der Zug auf den Quadratzentimeter $\left(\frac{B_m}{5000}\right)^2$ einen Wert zwischen 2 und ½ kg hat. Der Grenzwert des einseitigen Zuges nach Formel (8) beträgt somit in Kilogramm ausgedrückt von ⅔ bis ⅓ der vollen zylindrischen Rotoroberfläche in cm² (nach Abzug der Nuten).

III. Zweipolige Maschinen.

In zweipoligen Maschinen mit ausgeprägten Polen und ohne Wendepole sind die Gesamtkraftflüsse beider Pole einander gleich, trotzdem aber ist es möglich, daß eine Maschinenhälfte einen größeren Kraftfluß führt als die zweite, nämlich dann, wenn die Exzentrizität des Rotors senkrecht zur Richtung der Feldachse gelegen ist, wie dies in Abb. 11 dargestellt ist. Dort ist ein Läufer mit ausgeprägten, sehr breiten Polen mit einer einzigen Erregerspule nach Art des Siemenschen Doppel - T - Ankers gezeichnet. Es ist klar, daß bei der in

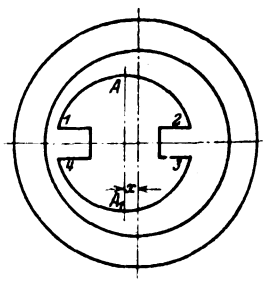


Abb. 11.

Abb. 11 gezeichneten Verschiebung des Rotors die links von der vertikalen Achse gelegenen Teile einen größeren Kraftfluß führen als die rechts davon gelegenen Teile. Der Fall ist ganz ähnlich dem einer mehrpoligen Maschine, mit dem Unterschiede jedoch, daß einerseits durch die neutrale Zone eine starke Komponente des magnetischen Zuges entfällt, und daß anderseits die Sättigung der Kerne (Joche) von Ständer und Läufer fast unbeeinflußt bleibt durch die ungleichmäßige Verteilung des Kraftflusses in den zwei Teilen der Maschine. Um daher die Luftsättigungen B_2 und B_1 zu finden, die einer bestimmten Exzentrizität x entsprechen, muß die magnetische Charakteristik des Luftspaltes samt Zähnen und Polschuhen gezeichnet werden, ohne die Amperewindungen für die Joche zu berücksichtigen. Die kritische Sättigung B_m wird höher sein, als wenn die magnetische Charakteristik der ganzen Maschine berücksichtigt würde.

Für eine zweipolige Maschine mit zylindrischem Feld und verteilter Erregerwicklung wird uns durch Überlegung klar, daß es bei entsprechend hoher Luftsättigung möglich sein muß, annähernd denselben maximalen, einseitigen Zug zu erhalten wie bei einer vierpoligen, mit einer auf dem ganzen Umfang gleichmäßig verteilten Erregerwicklung Ein vierpoliges Feld, das in der horizontalen und vertikalen Achse eine Luftsättigung *O* hat, zeigt die stärkste Luftsättigung für einen

Digitized by Google

Punkt, dessen Radius einen räumlichen Winkel von 45° mit der Horizontalen einschließt. Weitaus der größte Teil des magnetischen Zuges für eine Verschiebung in horizontaler Richtung wird von jenem Teile des Rotors beigesteuert, der zwischen der Neutralen und 45° liegt. Wenn wir nun einen zweipoligen Rotor statt des vierpoligen nehmen, können wir die Induktion in dieser Zone von der Neutralen bis zu 45° der des vierpoligen Rotors genau gleich machen. Der Hauptteil des magnetischen Zuges muß also bei beiden Maschinen der gleiche sein. Der Unterschied rührt von der Zone zwischen 45° und 90° her. In dieser Zone wird die Luftsättigung bei der vierpoligen Maschine wieder fallen, während sie bei der zweipoligen von 45° bis 60° steigen und von 60° bis 90° gleichbleiben wird, aber der Beitrag den diese Zone zum gesamten horizontalen Zuge liefert, ist nicht beträchtlich.

Aus dieser Überlegung geht hervor, daß bei der zweipoligen Maschine die Höchstsättigung, für welche das Maximum des einseitigen Zuges erreicht wird, erheblich höher liegen wird als bei der vierpoligen Maschine.

In Abb. 12 ist der mittlere Wert des einseitigen Zuges bei einer zweipoligen Maschine

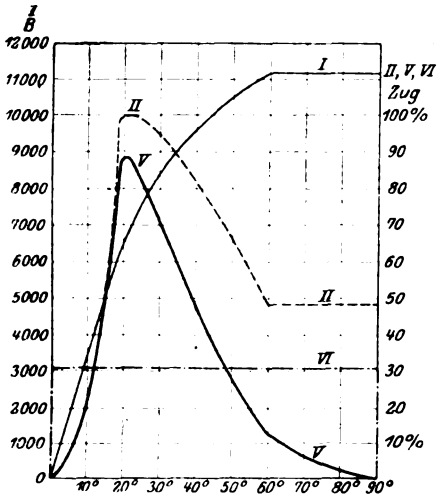


Abb. 12.

zeichnerisch ermittelt. Die Kurve *I* stellt die Luftsättigung für eine Polhälfte von 0 bis 90° dar. Die höchste Luftsättigung, die von 60 bis 90° konstant ist, ist recht hoch, nämlich 11 100 Linien auf den cm² oder 75% über der kritischen Sättigung. Die kritische Sättigung von 6300 wird schon bei einem Winkel von 20° erreicht. Kurve *II* gibt den lokalen radialen Zug auf den cm², der für einen konstanten Wert der radialen exzentrischen Verschiebung auftreten würde. Sowohl Kurve *I* als Kurve *II* sind von der Abb. 9 aus übertragen, nur ist der horizontale Maßstab geändert. Um die Komponente des Radialzuges in der Richtung der Neutralachse zu erhalten, müssen wir jede Ordinate der Kurve *II* mit $\cos^2 \Theta$ multiplizieren und erhalten so die Kurve *V* von Abb. 12. Für kleine Winkel ist $\cos^2 \Theta$ sehr nahe der Einheit, z. B. ist $\cos^2 10° = 0{,}97$; daher schmiegt sich für den ersten Teil des Poles die Kurve *V* ganz innig der Kurve *II* an. Je größer aber der Winkel wird, desto kleiner werden die Ordinaten von Kurve *V* verglichen mit denen der Kurve *II*.

Das strichpunktierte Rechteck *VI* ist flächengleich mit dem von Kurve *V* und der Grundlinie eingeschlossenen Fläche und wir sehen, daß in dem gezeichneten Beispiel der Durchschnittswert 31% des Höchstwertes der Kurve *II* ist. Dies würde sich auch für eine über den ganzen Umfang gleichmäßig verteilte Erregerwicklung, bei der die Sättigung auch von 60° bis 90° noch steigt, nicht merklich ändern, denn der letztgenannte Teil ergibt einen vernachlässigbar kleinen Zug in horizontaler Richtung.

Der Durchschnittswert von 31%, den wir in Abb. 12 erhalten haben, darf nicht irrtümlich direkt mit dem Durchschnittswerte von 66 bis 70% verglichen werden, welchen wir in den Kurven *III* und *IV* von Abb. 9 erhalten haben. In letzterem Falle hatten wir nämlich diesen Durchschnittswert mit einem Viertel der gesamten Oberfläche zu multiplizieren, hier jedoch mit der Hälfte. Wenn wir also hier die gleiche Formel wie für mehrpolige Maschinen annehmen wollen, so müssen wir den Wert 0,31 mit 2 multiplizieren, um den in die Formel einsetzbaren Koeffizienten zu erhalten. Dies ergibt 0.62, einen Wert, der wenig verschieden ist von dem Werte $^2/_3$, den wir bisher in den meisten Fällen gefunden haben.

Wenn der mittlere Teil jedes Poles, die Zone von 60 bis 120°, ungenutet ist, wird dies auf den einseitigen Zug für eine Verschiebung in der Richtung der Neutralachse sehr wenig ausmachen und ist vollkommen berücksichtigt, wenn wir als Koeffizienten den Wert $^2/_3$ annehmen, anstatt des ausgerechneten Wertes von 62%.

(Schluß folgt.)

Die Lebensdauer der Schleifstücke von Stromabnehmern.[1])

Eine Umfrage an schweizerische Bahnverwaltungen bezüglich der Lebensdauer der Schleifstücke von Stromabnehmern elektrischer Bahnen ergab die in der Zahlentafel 1 (S. 18) aufgeführten Werte:

Die Werte sind nicht ohne weiteres vergleichbar, da es sich nicht um Schleifstücke gleicher Breite, gleichen Rohstoffes und gleicher Querschnittsform handelt. Dagegen kann aus ihnen bezüglich der Lebensdauer der Schleifstücke folgendes entnommen werden:

A. Von größter Bedeutung ist der Zustand der Fahrleitung, namentlich eine gute Zickzackverlegung des Fahrdrahtes, um Rillenbildung an den Schleifstücken zu vermeiden. Auf diesen vorzüglichen Zustand der Fahrleitung sind die Höchstwerte (Zahlentafel I, Nr. 2) mit 45 000 km (im Mittel 40 000) und (Zahlentafel III, Nr. 8) 80 000 bis 100 000 km (im Mittel 30 000) zurückzuführen. Schmierung der Leitung 2- bis 3-mal im Jahre mit konsistentem Fett erhöht die Lebensdauer und vermindert unter Umständen auch die Eisbildung an einer Fahrleitung. Das Eis wird bei einigen Bahnen mit der Hand abgeschlagen, bei anderen mit auf besonderen Wagen aufgebauten Eiskratzern beseitigt. Eine Bahn erwärmt die Fahrleitung täglich vor dem ersten Durchfahren elektrisch. Bei Bahnen mit reichlichem atmosphärischen Niederschlag ist die Eisbildung größer. Eisbildung erschwert besonders bei niedrigen Fahrdrahtspannungen die Stromabnahme.

B. Die Lebensdauer nimmt mit zunehmender Stromstärke ab. Die größte auf den Schleifpunkt entfallende Stromstärke war 500 A (Zahlentafel III, Nr. 2). Der nächstfolgende Wert ist 250 A (im Mittel 200 und 80 A auf Zahlentafel III, Nr. 6 und Nr. 10 sowie endlich 300 A (im Mittel 150 A) auf Zahlentafel III, Nr. 3.

C. Aluminiumschleifstücke weisen größere Lebensdauer auf als solche aus dreikantigen Messingröhren. Messingschleifstücke greifen im allgemeinen den Fahrdraht auch mehr an als Aluminiumschleifstücke. Unter letzteren halten die gezogenen sich besser als die gegossenen. Ein gutes Schleifstückmetall gibt eine Mischung von Aluminium mit 5 bis 6% Kupfer.

Als Querschnittsform ist bei Haupt- und Überlandbahnen meist die W-Form, bei Straßenbahnen meist die U-Form in Gebrauch. Alle Bahnen schmieren ihre Schleifstücke durch Auffüllung der Rille mit konsistentem Fett, vermischt mit Flockengraphit.

D. Mit zunehmendem Bügeldruck nimmt die Lebensdauer der Schleifstücke ab. Bei größeren Stromstärken ist der Bügeldruck natürlicherweise größer. Er beträgt im allgemeinen 2,5 bis 4 kg. Zur Winterszeit wird er etwas erhöht. Der größte Bügeldruck beträgt 5,5 und 6 kg im Mittel; diese Bahnen besitzen selbsttätig umlegbare Abnehmer, die an sich einen größeren Bügeldruck bedingen.

E. Die Lebensdauer nimmt mit der größeren Fahrgeschwindigkeit ab.

F. Die Verbrauchskosten sind, obwohl an sich nicht vorherrschend, heute wegen der teuren Rohstoffe doch beachtenswert. Gute Unterhaltung der Fahrleitung und einstellbarer, im ganzen Bereich der Fahrleitung sich gleich bleibender Bügeldruck werden am besten eine Verminderung herbeiführen können.

e

[1]) Nach BBC-Mitteilungen, Baden, Bd. 4, S. 115.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Die Nachrichtentruppe.

Eine der vielen Neuerscheinungen des Weltkrieges ist die Nachrichtentruppe. Hervorgegangen aus einer kleinen Zahl von Telegraphen-Bataillonen, von denen die ersten im Jahre 1899 aufgestellt wurden, hat diese junge Waffe die große Aufgabe, die Heeresverbände auf allen Kriegsschauplätzen miteinander, mit der Führung und mit der Heimat schnell und sicher zu verbinden. Das Nervensystem des Heereskörpers reicht bis in die vordersten Gräben. Am leistungsfähigsten sind Fernsprecher und Telegraph. In den eroberten Gebieten wurde das ganze Netz fester Linienzüge neu geschaffen, da der zurückweichende Feind die vorhandenen Leitungen zerstört hatte. Im Kampfgebiet werden feldmäßige Leitungen aus isoliertem Kabel auf dünnen Stangen, in offenen oder geschlossenen Gräben geführt. Ihr Bau und ihre Wiederherstellung im Feuer erfordert viel Umsicht und hohen Mut. Besondere Schwierigkeiten bieten sich an den Gebirgsfronten. Im Bereich des stärksten feindlichen Artilleriemassenfeuers tritt an die Stelle des Fernsprechers der Funkentelegraph und besondere Apparate, die keiner Drahtverbindung bedürfen. Hier hat man auch auf ältere Nachrichtenmittel zurückgegriffen, wie Lichtsignale, Brieftauben und Meldehunde.

Nachrichtenformationen folgen der vorrückenden Infanterie, Nachrichtenmittel verbinden die Geschütze mit der Beobachtung und der Feuerleitung. Die Nachrichtentruppe ermöglicht die einheitliche Führung; sie erst gibt der schwerringende Truppe das Gefühl des Zusammenhanges und des Rückhaltes am Ganzen.

Am Ende des dritten Kriegsjahres hatte die Nachrichtentruppe 920 000 km Leitungsdraht in Betrieb, das ist das 23-fache des Erdäquators; ins Feld geliefert aber waren 2 700 000 km, und ein ganz bedeutender Teil davon wurde mehrmals ein- und wieder abgebaut. Die Feldstationen der höheren Stäbe gleichen an Umfang und technischer Ausstattung den heimischen Telegraphenämtern. Auch hier ergänzen Funkentelegraphenstationen jeder Art das Nachrichtennetz; die Funker sorgen auch für die Verbindung mit den Luftstreitkräften.

Das Zusammenwirken mit der Reichstelegraphenverwaltung hat viel zu dem Erreichten beigetragen; durch die deutsche Industrie aber wurde die Riesenleistung der Nachrichtentruppe erst ermöglicht.

Es muß einer späteren Berichterstattung vorbehalten bleiben, darzustellen, wie die Reichs-Telegraphen-Verwaltung die ihr beim Kriegsausbruch gestellte Aufgabe der Materialbeschaffung und des Telegraphen- und Fernsprechbaues gelöst, wie sie durch weitgehende Abgabe ihres geschulten Personals an die Nachrichtentruppen den Betrieb und die feldmäßige Weiterentwicklung der Apparattechnik gefördert hat, und wie sich aus den von der Reichs-Telegraphen-Verwaltung gestellten Etappen-Telegraphendirektionen das jetzige, einheitlich aufgeführte Riesengebäude des Feldnachrichtenwesens entwickelt hat.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Die Erwärmung der Wicklungen elektrischer Maschinen aus Ersatzmetallen.

[Elektrot. u. Maschinenbau, Bd. 35, S. 201, 232.]

Die geringere elektrische und Wärmeleitfähigkeit der Ersatzmetalle Aluminium und Zink gegenüber Kupfer bringen in elektrischen Maschinen geänderte Erwärmungsverhältnisse mit sich, die A. Lang eingehend darlegt. Der Temperaturverlauf in einer frei in Luft aufgehängten Feldspule einer Maschine in Funktion der Zeit läßt sich bekanntlich durch eine Exponentialkurve ausdrücken; diese ist durch die Beziehung gegeben

$$t = T \cdot (1 - e^{z/Z}),$$

wo t die jeweilige, T die bei Erreichung des Dauerzustandes eintretende Temperaturerhöhung, z die Zeit in h und $Z = c \cdot G \cdot T/Q$ die Zeitkonstante bedeuten (c = spez. Wärme, G = Gewicht in kg, Q = Verluste in W). Nach

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Betriebserfahrungen mit Stromabnehmer-Schleifstücken. (Zu S. 17.)

Nummer und Art der Bahn	Stromart	Betriebsspannung V	Abgenommene Stromstärke im Durchschnitt (Höchstwert) A	Schleifstück: Querschnittform	Schleifstück: Länge mm	Schleifstück: Metall	Mittlerer Bügeldruck kg	Schmieren: der Leitung	Schmieren: der Schleifstücke	Mittel zur Befreiung der Fahrleitungen von Eis	Lebensdauer der Schleifstücke im Durchschnitt (Höchstwert) Fahrkm	Bemerkungen
I. Einphasen- und Dreiphasen-Hochspannungsbahnen.												
1 Hauptbahn	Einphasenstrom	15 000	50 (90)	32 / 44	950	Aluminium	2,5 bis 3,0	Nein	Ja	Abschlagen der Eiszapfen	8 000 (14 000)	Vielfachaufhängung $v_{max} = 75$ km/h
2 Überlandbahn	-	11 000	40 bis 50 (100)	32 / 44	1340	Aluminium mit rd 6% Kupfer	3,5	Nein	Ja	Nein	40 000 (45 000)	z. T. Vielfach-, z. T. Einfachaufhängung $v_{max} = 45$ km/h
3 Hauptbahn	Dreiphasenstrom	3 300	70 bis 80 (130)	12 / 41,5	650	Messing	4,0	Nein	Ja	Nein	6 000 (8 000)	Einfachaufhängung $v_{max} = 75$ km/h
4 Hauptbahn	Einphasenstrom	5 500	40 (50)	13 / 38	940	Messing	4,5	Ja	Ja	Schmieren der Leitung mit Frostschutzfett	15 000 (20 000)	z. T. Vielfach-, z. T. Einfachaufhängung $v_{max} = 45$ km/h
5 Hauptbahn	-	8 000	18 (25)	13 / 38	940	Messing	5	2- bis 3-mal im Jahr	1-mal im Tag	Nein	10 000 (30 000)	Einfachaufhängung $v_{max} = 45$ km/h
II. Gleichstrom-Hochspannungsbahnen.												
1 Überlandbahn	Gleichstrom	1 200	40 (80)	38	1100	Messing	3	2-mal im Jahr	1-mal in 2 Wochen	Nein	15 000	$v_{max} = 40$ km/h
2 Überlandbahn	-	2 200	120 (150)	32 / 44	1260	Aluminium	3 bis 4	Nein	Ja	Nein	8 000 (10 000)	$v_{max} = 45$ km/h
3 Überlandbahn	-	1 000	50 (100)	32 / 44	1200	Aluminium	4 bis 4,5	Nein	Ja	Nein	5 000 (9 000)	
4 Bergbahn	-	1 600	100 (130)	55	1200	Aluminium mit 5,7% Kupfer	4 bis 5	Nein	Ja	Ja mit auf besonderem Wagen befindl. Eiskratzer	5 500 (10 000)	Schleifstücke gegossen
5 Überlandbahn	-	1 000	90 (140)	40 / 30	1456	Aluminium mit 5% Kupfer	2,7	Ja	Ja	Nein	40 000 (55 000)	
III. Niederspannungsbahnen aller Art.												
1 Bergbahn	Dreiphasenstrom	800	45 (100)	25	680	Messing	4 bis 4,5	Nein	Ja	Nein	10 000 (12 000)	
2 Hauptbahn	"	750	110 (500)	38	795	Messing	2,25 bis 3	2-mal im Jahr	1-mal täglich	Erwärmung der Leitung mit Strom	5 000 (8 000)	$v_{max} = 45$ km/h
3 Überlandbahn	Gleichstrom	760	150 (300)	40	1540	Aluminium	4	Ja	—	Eiskratzer	6 000 (8 000)	
4 Überlandbahn	-	650	25 (50)	45 / 22	1200	Aluminium mit 2% Kupfer	5	Nein	Ja	Nein	2 000 (4 000	
5 Überlandbahn	-	750	120 (200)	52 / 22	1200	Aluminium	6	2-mal im Jahr	Ja	Schmieren der Fahrleitung	11 000 (15 000)	$v_{max} = 45$ km/h
6 Bergbahn	Dreiphasenstrom	650	200 (250)	38	340	Messing	4	Nein	Ja	Abkratzer	4 500 (5 000)	$v_{max} = 18$ km/h
7 Straßenbahn	Gleichstrom	550	— (160)	24 / 55	1550	Aluminium	5,5	Nein	Ja	Nein	12 000 —	Noch keine abschließenden Ergebnisse
8 Straßenbahn	-	600	15 bis 20 (200)	45 / 22	1584	Aluminium mit 5% Kupfer	5 bis 6	Ja	Ja	Nein	30 000 (80 bis 100 000)	Sehr breiter Bügel
9 Straßenbahn	-	950	22 (40)	45 / 22	1100	Aluminium mit 5% Kupfer	3,5	Ja	Ja	Nein	10 500 (14 000)	
10 Straßenbahn	-	600	80 (250)	45 / 22	1200	Aluminium	5	Ja	Ja	Nein	18 000 (25 000)	

Einschaltung steigt die Temperatur längs einer Geraden, der Tangente an die genannte Kurve, an, deren Neigungswinkel $\operatorname{tg} \alpha = \frac{Q}{c \cdot \gamma \cdot V}$, wo $G = \gamma V$. Ersetzt man das Kupfer (Index c) durch ein anderes Metall (Index a für Aluminium), so steigt die Tangente im Verhältnis $u = \frac{c_c \cdot \gamma_c}{c_a \cdot \gamma_a}$ steiler an; bei Aluminiumdraht ist $u = 1{,}44$. Es muß aber auch berücksichtigt werden, daß der Draht eine isolierende Bekleidung von anderer spezifischer Wärme (c_i) und anderem spezifischem Gewicht (γ_i) als das Metall besitzt (c_m, γ_m), und daß vom gesamten Volumen V der Anteil $a \cdot V$ auf das Metall und $b \cdot V$ auf das Isoliermaterial entfällt. Es gilt dann, wenn man bei kurzzeitigem Betrieb von Abkühlungsverhältnissen absieht,

$$Q \cdot z = (c_m \cdot \gamma_m \cdot a + c_i \cdot \gamma_i \cdot b) \cdot V \cdot t = c' \cdot V \cdot t.$$

Für c_m und γ_m einmal die Werte für Kupfer eingesetzt, ergibt sich die Konstante c_c', dann die Werte für Aluminium eingesetzt, die Konstante c_a'; zur Umrechnung wird das Verhältnis $u = \frac{c_c'}{c_a'}$ herangezogen, bezw. $u = \frac{c_c'}{c_z'}$ für Zink. Der Ersatz der Kupferspule von 13 kg Gewicht

Digitized by Google

und $a = 0{,}65$, $b = 0{,}35$ ergibt eine Verkleinerung der Konstanten c' im Verhältnis $u = 1{,}26$ bei Aluminium und $u = 1{,}16$ bei Zink; in diesem Verhältnis steigt also die Temperatur schneller an als bei Kupfer.

Setzt man in der ersten Gleichung über den Temperaturverlauf $n = \frac{T-t}{T}$, und gilt n_c für Kupfer, n_a für Aluminium, so kann die Beziehung $\left(\frac{1}{n_c}\right)^u = \frac{1}{n_a}$, die aus der genannten Gleichung abgeleitet wird, Aufschluß über die Temperaturerhöhung geben. Wenn bei einer Kupferspule die Temperatursteigerung $t_c = 60°$ C und die Endtemperatur (nach einer Stunde) $T = 80°$ C war, so ergibt die Rechnung für eine Aluminiumspule mit Isolation, ($u = 1{,}26$), die Temperatursteigerung $t_a = 66°$ C, für eine Spule mit oxydiertem Aluminiumdraht, ($u = 1{,}47$), die Steigerung $t = 69{,}5°$ C, für eine Zinkspule (mit $u = 1{,}16$), $t_z = 64°$ C; die Temperaturerhöhung wird also im Mittel um 5 bis 10 % größer sein als bei Kupfer.

Beim Einbau der Spule in die Maschine wird die Konstante c' größer; auch hier kann das Verhältnis u zur Ermittlung der Temperaturerhöhung bei Ersatzmetallen herangezogen werden. Geringer ist der Einfluß der kleineren Wärmeleitfähigkeit der Ersatzmetalle im Dauerbetrieb, insbesondere bei Feldspulen von Dynamomaschinen.

Zum Schlusse wird ein Beispiel durchgerechnet, und es werden Versuchsresultate der Maschinenfabrik Eßlingen angeführt. *Ght.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Boquilla-Talsperre in Mexiko.

[Schweiz. Bauzeitg., Bd. 70, S. 137.]

Die im September 1916 vollendete Talsperre in der Boquilla-Schlucht am Conchos-Fluß im Staate Chihuahua in Mexiko stellt eine der größten Anlagen dieser Art dar. Einbezogen sind 16 570 km² des Einzugsgebietes des Flusses. Die Talsperre soll zur Krafterzeugung und gleichzeitig zur Bewässerung dienen und eine rationelle Ausnutzung der sehr unzuverlässigen Wasserläufe erzielen. Die Boquilla-Schlucht, deren Seitenwände sich 100 bis 120 m erheben, ist durch eine Staumauer von 61,16 m Fundamentbreite, 73 bis 74 m Höhe und 6 m Kronenbreite geschlossen worden; sie ist 900 m lang und besteht aus zwei ungefähr gleich langen Schenkeln, die in einem Winkel von 150° auf der Wasserseite zusammenstoßen. Die Stauhöhe beträgt 70 m. Zur sicheren Ableitung von Hochwasser ist ein zweiter Geländesattel einige Kilometer weiter südlich benutzt und z. T. durch einen Erddamm, z. T. durch ein Überfallwehr geschlossen worden. Der durch diese drei Dämme gebildete Stausee hat bei 70 m Stauhöhe 175 km² Oberfläche und 3150 Mill. m³ Wasserinhalt, der sich bei 73 m Stauhöhe noch um 600 Mill. m³ erhöht.

Den Querschnitt der Staumauer und die Lage des an ihrem Fuße angeordneten Elektrizitätswerks zeigt Abb. 1. Die Wasserentnahme erfolgt durch 4 Druckrohre von je 2,6 m Durchmesser, die zunächst 43 m über der Seesohle durch die Staumauer hindurchgeführt sind und sich dann flach an die Außenseite des Dammes anlehnen. Jedes Rohr speist eine Francisturbine von 7500 kW mit doppeltem Laufrad und horizontaler Welle. Die direkt gekuppelten Drehstromerzeuger leisten bei 360 Umdr/min 6250 kW, 1130 A und 4000 V. Ein fünftes Druckrohr von 0,75 m Durchmesser dient zum Betriebe kleinerer Turbinen für die Erreger- und Hilfsmaschinen. Das Kraftwerk, welches eine Fläche von 68,10 × 30,55 m einnimmt, gestattet spätere, bedeutende Erweiterungen. Die Turbinen wurden von Escher, Wyss & Co., die Stromerzeuger von der General Electric Co. geliefert. Die Maschinenspannung wird im Werk zunächst auf 63,6 kV, später auf 110 kV erhöht. Eine z. Zt. 76 km lange Fernleitung aus zwei Strängen von je 3 Aluminiumseilen führt nach dem wichtigen Bergwerksbezirk von Parral. Die Masten sind 21,8 m hoch und in Abständen von 200 m aufgestellt. Eine Umformerstation in der Nähe von Parral erniedrigt die Spannung auf 13 200 V. Später sollen auch die 130 km in der Luftlinie entfernten Bergwerke von Santa Eulalia und die Stadt Chihuahua von hier aus mit Strom versorgt werden. *Ptz.*

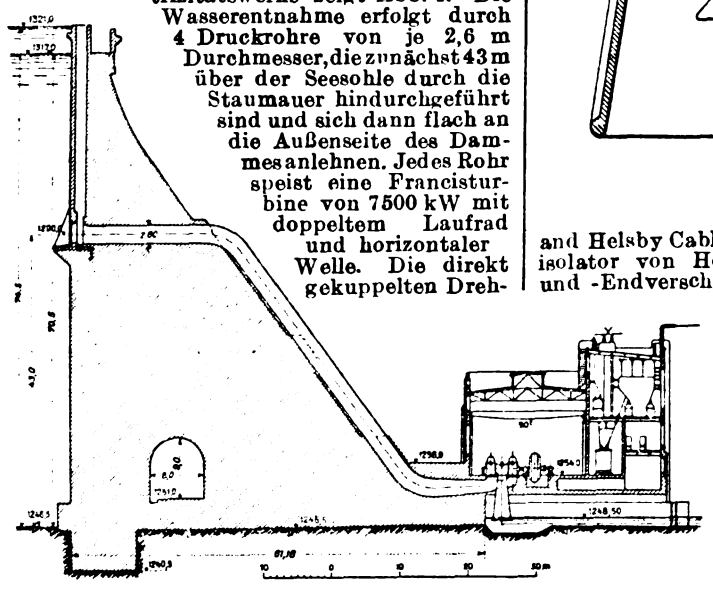


Abb. 1. Kraftwerk der Boquilla-Talsperre.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Befestigungshülse für Rohrdrahteinführungen.

[Electrical World, Bd. 69, S. 463.]

In der amerikanischen Patentschrift Nr. 1204625 ist eine außerordentlich einfache und leicht zu befestigende Klemmhülse für Rohrdrahtleitungen, insbesondere für Schaltkästen u. dergl. beschrieben, mittels deren die Zuführung biegsamer Leitungen sehr vereinfacht wird. Die aus einem Stück Blech hergestellte, längsgeschlitzte Hülse ist im Durchmesser so bemessen, daß sie fest auf den zu

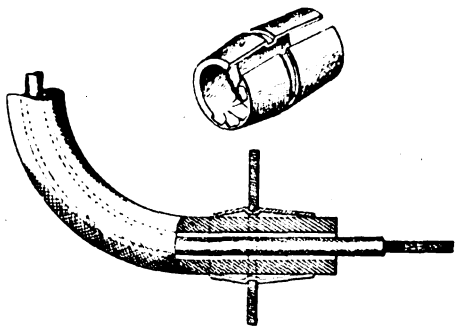


Abb. 2.

haltenden biegsamen Leiter paßt. Auf der Innenseite besitzt sie nahe der Mitte eine Anzahl scharfer Vorsprünge oder Zähne, die sich in die Leiterumhüllung eindrücken und ein Gleiten der Hülse verhindern. Beim Aufbringen wird die Hülse an der betreffenden Stelle über die Leitung geschoben und dann an der Einführungsstelle in die am Gehäuse oder an der Armatur vorgesehene Öffnung gepreßt. *M-Wf.*

Ausbildung von Hochspannungs-Durchführungen und -Endverschlüssen.

Nach der britischen Patentschrift Nr. 103435/1916 umkleidet die British Insulated

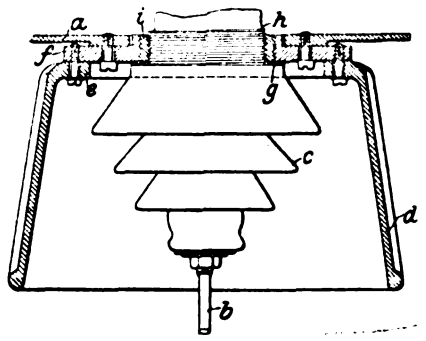


Abb. 3.

and Helsby Cables Ltd., Prescot, den Porzellanisolator von Hochspannungs-Durchführungen und -Endverschlüssen mit einer glockenförmigen Kappe aus Isoliermaterial, um die Überschlagsspannung zu erhöhen. In Abb. 3 bedeutet *a* einen Teil der metallischen Umkleidung des Raumes, aus dem der Leiter *b* mittels eines Porzellanisolators *c* von üblicher Bauart heraus zu führen ist. *d* ist die Kappe aus nichtleitendem Material. Um sie bequem befestigen zu können, ist sie an ihrem oberen Teil mit Innenflanschen *e* versehen, an der mit einer Schraubenverbindung ein z. B. gußeiserner Befestigungsring *f* befestigt ist, der an der Öffnung in der Wand unmittelbar anliegt. Die Buchse *f* besitzt Innengewinde zum Einschrauben des Isolators *c*, an dem bei *h* mittels Zementkittes ein Innen- und Außengewinde aufweisender Ring *i* befestigt ist. Um einen dichten und bis zu einem gewissen Grade elastischen Verschluß zu erreichen, wird zwischen den Schulterring des Isolators, die Befestigungsbuchse und einen Teil des Ringes *i* eine Unterlegscheibe gelegt. *M-Wf.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung der Eisenbahnen in Österreich.

Das „Elektrische Komitee" des Staatseisenbahnrates forderte auf den Antrag von Dr. Weißkirchner das Eisenbahnministerium auf,

1. das gesamte Netz der Wiener Stadtbahn einschließlich der künftigen Ergänzung durch Untergrundbahnen und neue über das Weichbild der Stadt hinausreichende Linien in den Alleinbesitz des Staates zu überführen,
2. diese Linien elektrisch zu betreiben,
3. die hierfür notwendige Energie in bahneigenen Werken zu erzeugen und zu diesem Zwecke den Ausbau der Wasserkräfte der Enns und ihrer Zubringer einschließlich Fernleitung in Angriff zu nehmen,
4. durch Grundankäufe längs der in Frage kommenden Strecken eine moderne soziale Wohnungspolitik einzuleiten,
5. die hierzu nötigen Geldmittel beim Parlament anzufordern.

In derselben Sitzung des Komitees besprach Dr. Ellenbogen eine vom Eisenbahnministerium vorgelegte Denkschrift über die Studien der vorbereiteten Maßnahmen der Staatsbahnverwaltung zur Ausnutzung der Wasserkräfte und zur Elektrisierung von Hauptbahnen und beantragte, die bereits zur Sicherstellung von Wasserkräften begonnenen Arbeiten, insbesondere Konzessionserwerbungen, schleunigst zu beendigen und dabei auch der industriellen Verwertung weitestgehende Förderung angedeihen zu lassen. Ferner beantragte er die Elektrisierung der Arlbergbahn, der Strecke Steinach—Irdning bis Attnang—Puchheim, der Erzbergbahn (Eisenerz—Vordernberg) und der anderen in Aussicht genommenen alpenländischen Privatbahnen mit Beschleunigung durchzuführen bzw. vorzubereiten. Auch diese Anträge wurden angenommen. Sektionschef Dr. v. Krasny teilte mit, daß das Elektrizitätsgesetz bereits soweit gediehen sei, um demnächst dem Parlament vorgelegt werden zu können. Schließlich wurde im Staatseisenbahnrat ein Antrag Dr. Günthers angenommen, demzufolge in dieser Körperschaft der elektrotechnischen Industrie eine eigene Vertretung eingeräumt werden solle. *Hgn.*

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Röntgen-Vereinigung zu Berlin.

In der am Donnerstag, den 10. I. 1918, abends 8 Uhr, im Langenbeck-Virchow-Haus, Berlin, Luisenstraße 58/59, stattfindenden Sitzung, zu der auch Gäste willkommen sind, findet eine Besprechung des Themas „Über gasfreie Röntgenröhren" statt (Referent: Herr Bucky). Zur Diskussion haben sich bisher gemeldet die Herren Levy-Dorn, H. E. Schmidt und Weiser.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Auszeichnungen. Die Technische Hochschule Berlin hat dem Geh. Oberbaurat G. Wittfeld, vortragendem Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung des elektrischen Betriebes auf Voll- und Nebenbahnen die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen.

Von unseren Fachgenossen starben den Heldentod fürs Vaterland:[1])

W. Bluhme, techn. Beamter der AEG, Abteilung Maschinen u. Apparate, Berlin.

J. Reichel, Montageingenieur der AEG (Maschinenfabrik), Berlin.

Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:

R. Bartzsch, techn. Beamter der AEG, Installationsbüro Berlin (Eisernes Kreuz II. Kl.).

W. Mewis, techn. Beamter der AEG, Schnellbahnbüro (Eisernes Kreuz II. Kl.).

Nell, Diplomingenieur bei der Vereinigung elektrotechnischer Spezialfabriken und Unteroffizier (Eisernes Kreuz II. Kl.)

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602.

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Elektrizitätsphänomen in seinen rechtlich-wirtschaftlichen Besonderheiten. Von Dr. Heinrich Schreiber. 27 S. in 8°. Verlag von M. Breitenstein. Wien 1917.

Das Elektrizitätsphänomen schafft das wertvolle Sachgut der elektrischen Energie. Der Verfasser widmet den Besonderheiten, die dem Phänomen als Sachgut und als Handelsware anhaften, eine Studie, deren Zweck offenbar Befruchtung einer vollendeteren wirtschaftlichen und rechtlichen Regelung des Elektrizitätsphänomens ist. Er erreicht seinen Zweck in lichtvollen Darstellungen. Dieselben beginnen zunächst in allgemeiner Darlegung. Dann behandelt der Verfasser unter speziellem Eingehen in einzelnen Abschnitten das Rechtsgebiet der elektrischen Energie, auch wieder zunächst generell und dann spezialisierter. Straßenbenutzung und Wegrecht, Stromlieferungsvertrag, sonstige elektrizitätsrechtliche Beziehungen werden ebenso einzeln behandelt. Die Notwendigkeit eines eigenen Energierechts und die Besonderheiten des Elektrizitätsgutes finden eingehende Würdigung in besonderen Abschnitten. Daran schließt sich noch ein letzter Abschnitt Schlußfolgerung mit Zusammenfassung der rechtlichen und wirtschaftlichen Ergebnisse der vorangehenden Abschnitte, vor allen Dingen mit einer entschiedenen, gut begründeten Stellungnahme gegen staatliches Elektrizitätsmonopol.

Rechtsanwalt Dr. Cantor.

Das Leitvermögen der Elektrolyte, insbesondere der wässrigen Lösungen. Methoden, Resultate und chemische Anwendungen. Von F. Kohlrausch und L. Holborn. 2. verm. Auflage mit 68 Abb. XV u. 237 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1916. Preis geb. 8,75 M.

Der Kohlrausch-Holborn gehört zu den klassischen Werken der elektrochemischen Literatur. Seine praktischen Ratschläge, seine ausgedehnten Leitfähigkeitstafeln und seine theoretischen Erörterungen haben sich in unzähligen Fällen nützlich erwiesen. Die neue Auflage, welche der ersten, 1898 erschienenen endlich gefolgt ist, baut auf der wissenschaftlich gediegenen Grundlage sachgemäß weiter. Veraltete Zahlen werden berichtigt, die vielen Zahlentafeln durch die Ergebnisse neuer Leitfähigkeitsmessungen erweitert und auch zahlreiche sonstige Ergänzungen eingefügt. Freilich mußte angesichts des in der Zwischenzeit gewaltig angewachsenen Stoffes auf Vollständigkeit der Zahlentafeln verzichtet werden. Dagegen sind dem Temperaturkoeffizienten des Leitvermögens jetzt drei Tafeln gewidmet, von denen die erste die konzentrierten, die zweite die verdünnten Lösungen, die dritte die Messungen von Noyes bei hohen Temperaturen (bis zu 300°) umfaßt. Von allgemeinem Belang ist die merkwürdige Folgerung, daß die Leitfähigkeiten aller verdünnten wässrigen Lösungen bei etwa — 39° Null werden, also in der Nähe der Temperatur, bei welcher die Reibungskonstante des Wassers nach der Heydweillerschen Formel ebenfalls Null wird.

Nach dem Tode von Kohlrausch ruhte die Arbeit auf seinem Mitarbeiter Holborn allein; ihm sei für die mühevolle Arbeit bestens gedankt.

K. Arndt.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Leitfaden der technischen Wärmemechanik. Kurzes Lehrbuch der Mechanik der Gase und Dämpfe und der mechanischen Wärmelehre. Von Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle. Mit 91 Abb., 3 Tafeln. VIII und 215 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 5,60 M.

Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Eine Einführung. Von Franz Seufert, Ingenieur und Oberlehrer a. d. Königl. höheren Maschinenbauschule in Stettin. Mit 90 Abb., 4 Tafeln. V und 117 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 5,60 M.

Fehlands Ingenieur-Kalender 1918. Für Maschinen- und Hütteningenieure herausgegeben von Prof. Fr. Freytag. 40. Jahrg. Zwei Teile. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 4.40 M. Brieftaschenausgabe in Kunstleder 5,60 M.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft, Köln.[1]) Für das am 31. XII. 1916 abgelaufene Geschäftsjahr wird eine Dividende von 4% (6 i. V.) auf das unverändert 24 Mill. M betragende Aktienkapital gezahlt. Über die Wiederaufnahme der vom Feinde zerschnittenen Kabel können bestimmte Angaben nicht gemacht werden. Nach dem Eintritt des Kriegszustandes mit Portugal hat die portugiesische Regierung im Laufe des Sommers 1916 das Eigentum in Horta, die Stationseinrichtung, die Landkabel und die Beamtenhäuser nebst Ausstattung aufgezeichnet und unter Aufsicht gestellt. Die Beamten behielten zunächst Bewegungsfreiheit in Horta, wurden aber Ende August 1916 in das Zivil-Kriegsgefangenenlager auf der Insel Terceira übergeführt; die Nachrichten von dort lauten befriedigend.

Die gesamten Einnahmen betragen 2,332 Mill. M (2,943 i.V.), die Gesamtaufwendungen 1,346 Mill. M (1,790 i.V.), der Überschuß 0,986 Mill. M (1,154 i.V.). Die Dividende erfordert 0,960 Mill. M (1,440 i.V.), vorgetragen werden 40 668 M (14 221 i.V.). Die Bilanz enthält unter Aktiva: Atlantisches Kabel I: 20,019 Mill. M, Atlantisches Kabel II: 21,196 Mill. M, Kabel Emden—Vigo: 2,829 Mill. M, Vorbereitungen für Kabel II. Emden—Vigo: 3 054 M (sämtlich wie i.V.); Wertpapiere: 14,990 Mill. M (15,776 i.V.); Beteiligung Norddeutsche Seekabelwerke A.G.: 3 Mill. M (wie i.V.). Unter Passiva sind Schuldverschreibungen mit 16,838 Mill. M (17,162 i.V.), Kabeltilgungs- und Erneuerungsfonds mit 12,926 Mill. M (12,501 i.V.) und ein Unterhaltungsfonds Atlantisches Kabel II mit 2,602 Mill. M (2,307 i.V.) angegeben. Schuldnern mit 91 999 M (111 494 i.V.) stehen Gläubiger mit 3,028 Mill. M (2,292 i.V.) gegenüber.

Wn.

Telephon-Fabrik A.-G. vorm. J. Berliner, Hannover.[2]) Nach dem Bericht über das am 30. VI. 1917 abgelaufene 19. Geschäftsjahr betrug der Geschäftsgewinn 2,336 Mill. M (2,814 i.V.), und es ergibt sich nach Abschreibung von 0,790 Mill. M (0,627 i.V.) ein Überschuß von 1,995 Mill. M (2,464 i.V.), von dem 25% Dividende auf 5 Mill. M (wie i. V.) gezahlt, 0,257 Mill. M (0,262 i.V.) dem Aufsichtsrat, der Direktion und den Beamten überwiesen und 0,488 Mill. M (0,449 i.V.) auf neue Rechnung vorgetragen werden. Die mit 26,347 Mill. M (15,513 i.V.) abschließende Bilanz bewertet Grundstücke mit 0,540 Mill. M (wie i.V.), Gebäude mit 0,858 Mill. M (0,876 i.V.), Maschinen, Inventar, Werkzeuge und Patente mit 0,749 Mill. M (0,403 i.V.), Effekten und Beteiligungen mit 6,813 Mill. M (4,937 i.V.), Bankguthaben und Forderungen mit 3,598 Mill. M (4,300 i.V.), Waren mit 13,609 Mill. M (2,801 i.V.), Gläubiger einschl. Bankvorschüssen mit 13,030 Mill. M (4,495 i.V.).

-z.

Elektricitäts-A.G. vorm. Hermann Pöge, Chemnitz.[3]) Im Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 4 256 Mill. M (3,206 i.V.), der Reingewinn 2,452 Mill. M (1,714 i.V.); es sollen 20% Dividende auf 6 Mill. M Aktienkapital (15% auf 4,5 Mill. M i.V.) gezahlt werden.

Kabelwerk Rheydt A. G., Rheydt.[4]) Im Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 5,293 Mill. M (5,305 i.V.). Der Reingewinn 3,892 Mill. M (3,111 i.V.). Es soll eine Dividende von 20% (30% i.V.) auf 5 Mill. M Aktienkapital (wie i.V.) gezahlt werden.

„Siemens" Elektrische Betriebe A.G, Berlin.[5]) Wie im Vorjahre werden 5% Dividende auf 30 Mill. M Aktienkapital in Vorschlag gezahlt. Im Geschäftsjahr 1916/17 betrug der Geschäftsgewinn einschl. 0,507 Mill. M Zinsen (0,785 i.V.) 4,179 Mill. M (4,094 i.V.); es ergab sich ein Reingewinn von 1,620 Mill. M (wie i.V.). Die Gesellschaft hat sich mit 2,04 Mill. M an der Südharz G. m. b. H. beteiligt.

H. Schomburg & Söhne A.G., Margarethenhütte.[6]) Im 20. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 2,362 Mill. M (1,258 i.V.). Aus dem Reingewinn von 0,445 Mill. M (0,017 i.V.) sollen 17% Dividende auf 1 Mill. M Aktienkapital gezahlt werden (i.V. dividendenlos).

[1]) Über 1914 vgl. „ETZ" 1915, S. 392.
[2]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1916, S. 660.
[3]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1916, S. 720.
[4]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1916, S. 660.
[5]) Bericht über 1915 16 vgl. „ETZ" 1917, S 44.
[6]) Bericht über 1914/15 vgl. „ETZ" 1916, S. 164.

Niederrheinische Licht- und Kraftwerke A.G., Rheydt.[1]) Im 5. Geschäftsjahr 1916/17 betrug der Gewinnüberschuß 2,174 Mill. M (2,052 i.V.), der Reingewinn 0,539 Mill. M (0,597 i.V.). Es sollen 3½% Dividende (4 i.V.) auf 8 Mill. M Aktienkapital (wie i.V.) gezahlt werden. Die Stromerzeugung betrug 15,228 Mill. kWh (14,598 i.V.), die Zahl der Abnehmer einschl. Grevenbroich 7482 (7705 i. V.), der Anschlußwert 21 474 kW (20 186 i.V.).

Elektrische Licht- und Kraftanlagen A.G., Berlin.[2]) Im 20. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 4,094 Mill. M (4,046 i.V.), der Reingewinn 1,645 Mill. M (1,694 i.V.). Es sollen 5% Dividende auf 30 Mill. M Aktienkapital (wie i. V.) gezahlt werden.

Dividenden. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft Berlin: 12½% auf 184 Mill M (12% auf 155 Mill. M alte Aktien und 6% auf 29 Mill. M junge Aktien i.V.)

Außenhandel.

Die Entwicklung der japanischen Elektroindustrie.[3]) Wie „Eastern Commerce", Yokohamo, vom 6. X. 1917 berichtet, ist die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse in Japan von 0,790 Mill. £ i. J. 1913 auf 0,320 Mill. £ i. J. 1916 zurückgegangen, entsprechend einer Abnahme um 60%. Dies ist auf die Entwicklung der heimischen Industrie zurückzuführen. Zu beachten ist bei obigen Zahlen, daß für 1916 darin 0,132 Mill. £ für Unterseekabel enthalten sind, deren Einfuhrwert 1913 nur 5000 £ betrug. Die Abnahme der Einfuhr hat auch i. J. 1917 angehalten und betrug in den ersten 4 Monaten nur 72 000 £. Nachstehend sind einige Einfuhrzahlen für 1913 und 1916 gegenübergestellt:

Einfuhr	1913 £	1916 £
Materialien für Oberleitungsbau	4 000	—
Seekabel	5 000	132 000
Isolierte Drähte außer Kabel	206 000	2 000
Elektrische Meßgeräte	64 000	29 000
Akkumulatoren	25 000	1 000
Telegraphen- und Fernsprechapparate	9 000	6 000
Dynamos, Elektromotoren, Transformatoren, Umformer und Anker	374 000	40 000
Dynamos mit Antriebmaschinen	65 000	45 000
Glühlampen	30 000	2 000
Fäden für Glühlampen	8 000	63 000

Die Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse stieg von 0,08 Mill. £ i. J. 1913 auf 0,421 Mill. £ i. J. 1916; in den ersten 4 Monaten 1917 betrug sie 0,260 Mill. £. Einige Einzelheiten ergeben sich aus der folgenden Zusammenstellung:

Ausfuhr	1913 £	1916 £
Isolierte Drähte	26 000	115 000
Elektr. Maschinen und Apparate	48 000	147 000
Fernsprechapparate	5 000	92 000
Glühlampen	—	67 000

Besonders bemerkenswert ist die Entwicklung der heimischen Glühlampenindustrie;[4]) in den ersten 4 Monaten 1917 betrug diese Ausfuhr bereits 84 000 £.

-z.

Firmenverzeichnis.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Dr. Erich F. Huth G. m. b. H., Berlin: um 0,570 auf 1,070 Mill. M. — Elektrizitätswerk Lonza A.G. Basel: um 6 auf 24 Mill. Fr.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Heiden i. W. (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 10). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Herzogswalde (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 1. Wer liefert Widerstandsstäbe für Überspannungsschutz, speziell Karborundstäbe?

Frage 2. Wer fabriziert elektrische Korbgeflechtlampen?

Frage 3. Wer fabriziert als Spezialität Isolatorenstützen?

[1]) Bericht über 1912/13 vgl. „ETZ" 1913, S. 101a.
[2]) Bericht über 1914/15 vgl. „ETZ" 1915, S. 660.
[3]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 330, 492, 552.
[4]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 380.

Abschluß des Heftes: 4. Januar 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. • Berlin, 17. Januar 1918. Heft 3.

Neue Magnet-Schlagwerkskrane.

Von Ingenieur H. Hermanns, Berlin, z. Zt. im Felde.

Übersicht. **Nach einer vergleichenden kurzen Übersicht über die verschiedenen Bauarten von Masselschlagwerks-Kranen werden zwei von der Maschinenbau-A. G. Tigler in Duisburg-Meiderich gebaute Krane mit Masselhammer, Verlademagnet und Zwischenförderkübel beschrieben. Der Hammer ist bei der Tiglerschen Ausführung an einem Gurt befestigt, der über eine ständig in gleicher Richtung umlaufende Scheibe geführt wird. Durch Anpressen des Gurtes gegen die Scheibe mittels einer durch eine zwangläufig angetriebene Nockenscheibe betätigten Druckrolle wird der Hammer gehoben und durch Lüften der Druckrolle der Schlag ausgelöst.**

Die durch Krane mit Schlagwerk zur Zerkleinerung der im Gießbett gegossenen Roheisen-Masselstränge erzielbaren Ersparnisse haben diesen in verhältnismäßig kurzer Zeit zu einer großen Bedeutung verholfen. Die Kinderkrankheiten der Schlagwerkskrane, die bekanntlich durchweg als zusammengesetzte Magnet- und Schlagwerkskrane gebaut werden, sind heute überwunden. Ebenso wie die Sonderkrane in Stahl- und Walzwerken zur Handhabung von Blöcken und Walzgut heute schon fast als normalisierte Hebezeuge gebaut werden, so hat auch die Entwicklung im Bau von Schlagwerkskranen einen gewissen Abschluß gefunden insofern, als von den vorgeschlagenen verschiedenen Konstruktionen zum Antriebe des Masselschlaghammers drei Bauarten ihre Brauchbarkeit im praktischen Betriebe nachgewiesen haben, nämlich:

1. Der Antrieb durch Preßluft, die dazu benutzt wird, den Hammer nach Art eines Schmiedehammers zu heben, während der Hammer selbst von einer bestimmten Höhe frei niederfällt. Diese Bauart setzt das Vorhandensein eines Luftkompressors und eines Windkessels zur Aufspeicherung der erzeugten Preßluft voraus.
2. Der Antrieb durch ein Kurbelgetriebe. Hier erfolgt sowohl die Aufwärts- als auch die Abwärtsbewegung des Hammerkörpers zwangläufig. Durch Einschaltung eines als federnder Puffer wirkenden Zwischengliedes werden die Hammerstöße von dem Kurbelgetriebe ferngehalten[1]).
3. Die Befestigung des Hammers an einem Zugmittel, einem Gurt aus geeignetem Material, der, gegen eine sich drehende Scheibe gepreßt, den Hammer hebt und nach Aufhören bzw. entsprechender Verminderung der durch das Anpressen bewirkten Reibung den Hammerkörper auf die zu zerkleinernden Masseln abfallen läßt.

Die Konstruktion betriebsicher arbeitender Antriebe von Masselschlagwerken bot insoweit große Schwierigkeiten, als man zur Erzielung genügender Leistungen mit einer großen Anzahl von Schlägen von entsprechender Stärke rechnen mußte. Da die Gießbetten Gefälle haben, so mußte auch diesem Umstande dadurch Rechnung getragen werden, daß der Hammer auf verschiedene Höhenlagen eingestellt werden kann. Auch muß, je nach der Lage des Gießbettes zu den Hochöfen, entweder die Längsbewegung oder die Querbewegung mit zwei verschiedenen Arbeitsgeschwindigkeiten ausgerüstet werden, einer langsamen für die Schlagarbeit, einer schnelleren für die Verladung mit dem Magnet.

Es sind auch Versuche gemacht worden, zwei getrennte Laufkatzen für Schlagen und Verladen anzuordnen. Diesen Versuchen ist indes der Erfolg versagt geblieben, da die beiden grundverschiedenen Arbeitsvorgänge sich schwer miteinander in Einklang bringen lassen, ohne daß die eine Katze in ihrem Arbeiten von der anderen gehindert wird. Dazu kommen natürlich auch höhere Anlage- und Betriebskosten. Auch steht ja zwischen den einzelnen Güssen soviel Zeit zur Verfügung, daß die Arbeiten nacheinander vorgenommen werden können, wenn die Leistungsfähigkeit des Hammers und des Verlademagnets groß genug gewählt ist. Die neueren Schlagwerkskrane sind denn auch durchweg mit einer Laufkatze ausgerüstet, die sowohl den Hammer als auch den Magnet trägt.

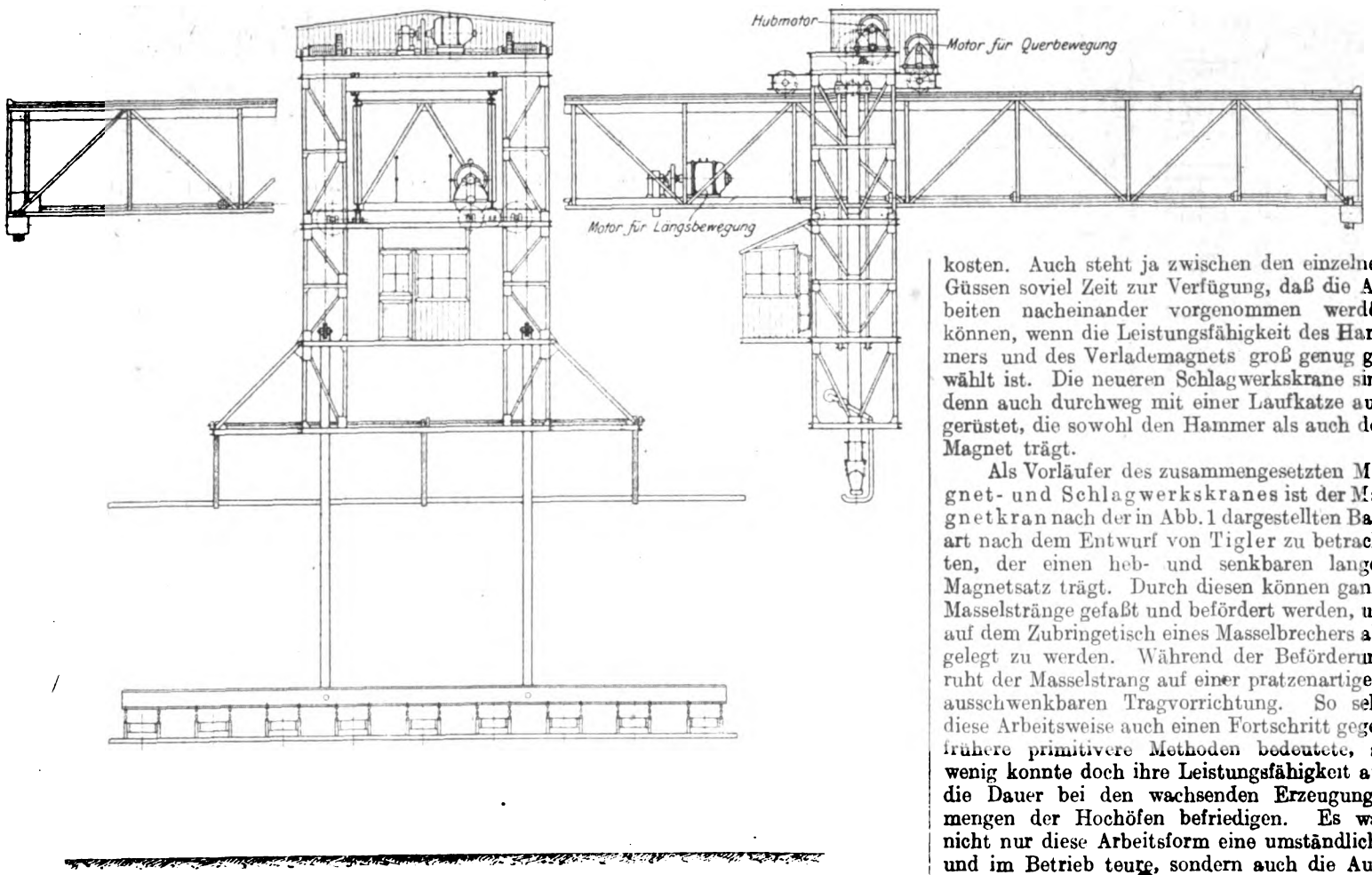


Abb. 1. Verladekran zur Beschickung eines Masselbrechers.

Als Vorläufer des zusammengesetzten Magnet- und Schlagwerkskranes ist der Magnetkran nach der in Abb. 1 dargestellten Bauart nach dem Entwurf von Tigler zu betrachten, der einen heb- und senkbaren langen Magnetsatz trägt. Durch diesen können ganze Masselstränge gefaßt und befördert werden, um auf dem Zubringetisch eines Masselbrechers abgelegt zu werden. Während der Beförderung ruht der Masselstrang auf einer pratzenartigen, ausschwenkbaren Tragvorrichtung. So sehr diese Arbeitsweise auch einen Fortschritt gegen frühere primitivere Methoden bedeutete, so wenig konnte doch ihre Leistungsfähigkeit auf die Dauer bei den wachsenden Erzeugungsmengen der Hochöfen befriedigen. Es war nicht nur diese Arbeitsform eine umständliche und im Betrieb teure, sondern auch die Ausnutzung des insbesondere durch den langen Magnetsatz immerhin kostspieligen Kranes, dessen Nutzleistung im Verhältnis zu seinem Totgewicht eine beschränkte war, begrenzt. Das bekannteste Beispiel für eine Krananlage dieser Art ist wohl diejenige des Hochofenwerks des Phoenix in Hoerde.

Demgegenüber vereinigt der Schlagwerkskran mit Magnetbetrieb die beiden auf zwei Maschinen, den Magnetkran und den Brecher, verteilten Arbeitsvorgänge in einer Maschine. Außerdem kann hier durch Benutzung entsprechend großer Zwischenkübel

[1]) Vgl. „Stahl und Eisen", 1912, Nr. 18.

Digitized by Google

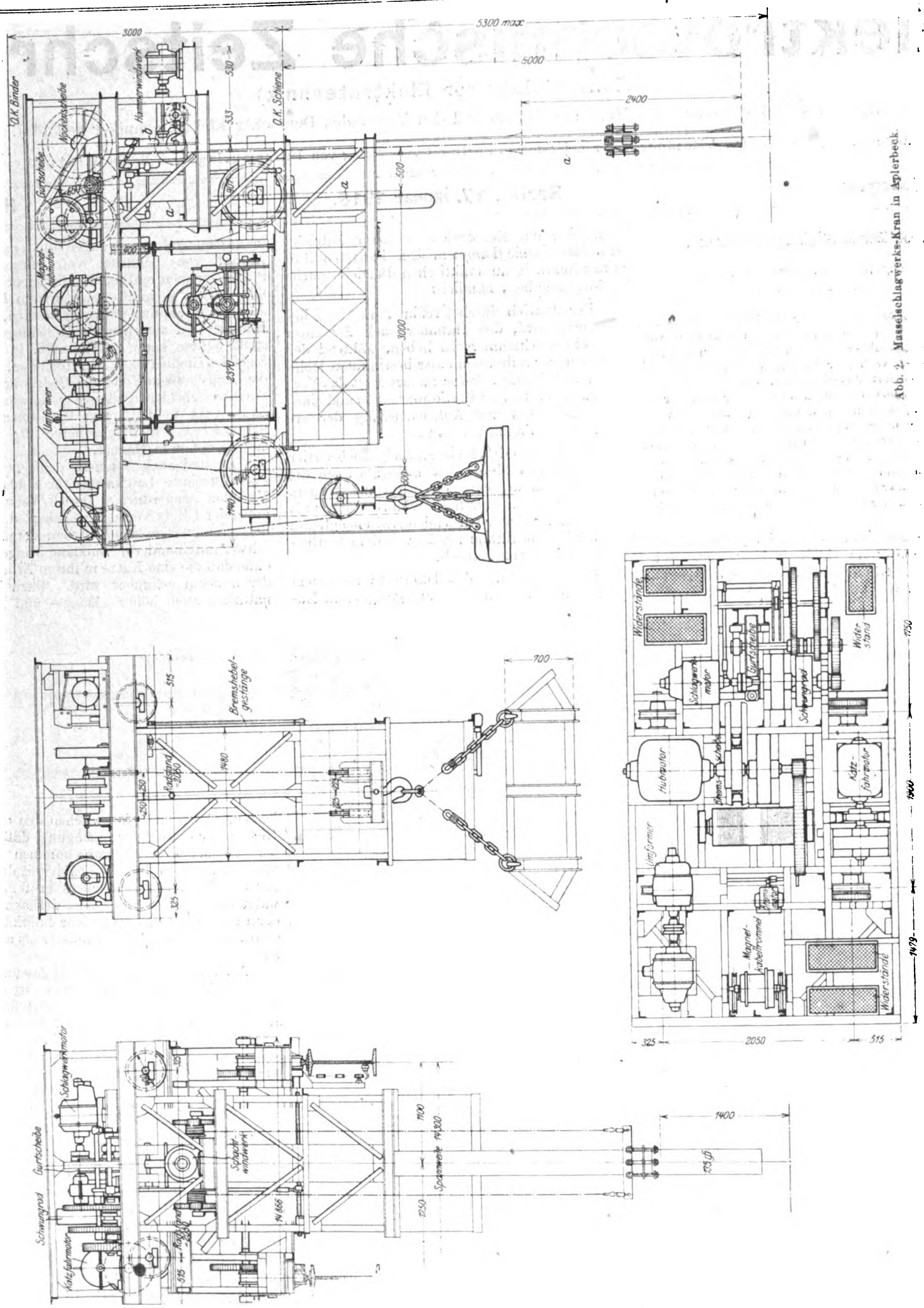


Abb. 2. Masselschlagwerks-Kran in Apterbeck.

die durch den Magnet auf dem Gießbett gefüllt und auf dem Lager bzw. über den Eisenbahnwagen gekippt werden, die Anzahl der Leerfahrten bedeutend verringert werden. Auch ist natürlich der Betrieb und die Anschaffung eines Schlagwerkskrans bedeutend billiger als diejenige von Magnetkran und Brecher.

Die beiden hier beschriebenen Masselschlagwerkskrane mit Verlademagnet wurden jüngst von der Maschinenbau-A. G. Tigler in Duisburg-Meiderich erbaut und in verschiedenen Hochofenwerken in Betrieb gesetzt.

Die grundsätzliche Wirkungsweise dieses Masselschlagwerks beruht darauf, daß sich ein den Hammer tragender Kamelhaargurt *a* in einem Schacht auf- und niederbewegt (Abb. 2). Oberhalb des Schachtes ist eine Gurtscheibe mit seitlichen Flanschen gelagert, um die sich der Gurt mir rd ¾ des Scheibenumfangs anlegt. Mittels einer Druckrolle wird der Gurt derart gegen die Riemscheibe gedrückt, daß die zum Heben des Hammers erforderliche Reibung zwischen Gurt und Scheibe erzielt und so der Hammer gehoben wird. Nach Erreichung einer bestimmten Höhe wird die Druckrolle gelüftet, so daß der Hammer mit einer zu der unbeeinflußten Reibung zwischen Scheibe und Gurt in einem bestimmten Verhältnis stehenden Geschwindigkeit niederfällt.

Digitized by Google

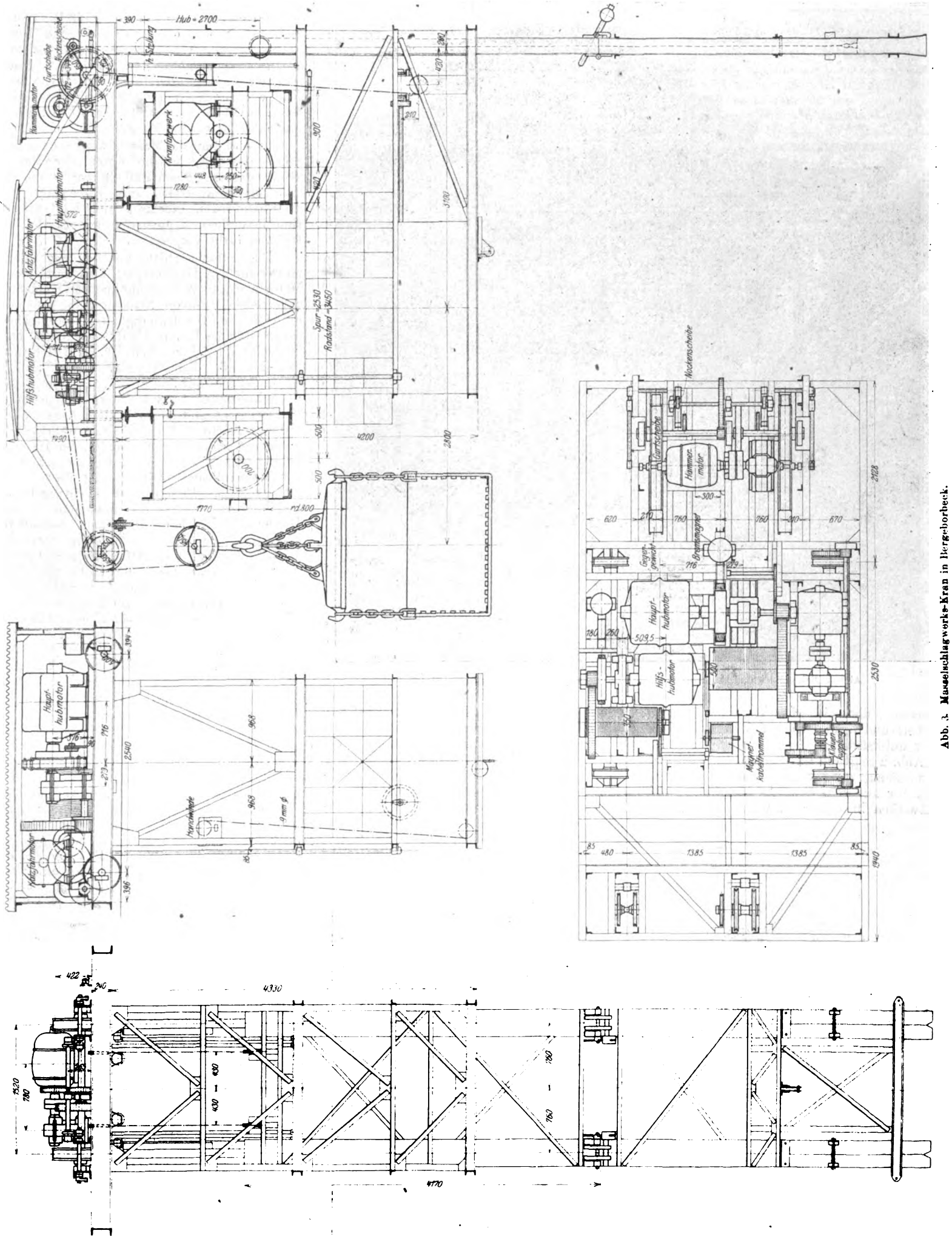


Abb. 3. Masselschlagwerks-Kran in Hergeborbeck.

Das Andrücken und Lüften der Druckrolle wird zwangläufig bewirkt. Unter dem Hebergestänge der Andrückvorrichtung ist zu diesem Zwecke eine unmittelbar auf das Gestänge einwirkende Nockenscheibe angeordnet, welche die Druckrolle in regelmäßigen kurzen Zeitabständen andrückt und lüftet. Die Schlagzahl des Hammers entspricht also der Umdrehungszahl der Nockenscheibe. Die den Gurt tragende Gurtscheibe wird durch einen ständig umlaufenden Schlagwerksmotor im aufwickelnden, der Fallrichtung entgegengesetzten Sinne angetrieben.

Die Beanspruchung des Antriebsmotors ist also eine ständig wechselnde. Um die plötzlichen Massenwirkungen, die zur Beschleunigung des Hammergewichtes beim Heben auftreten, vom Motor fernzuhalten und anderseits auch den Motor für die Durchschnittsleistung bemessen zu können, ist auf der Motorwelle ein Schwungrad angeordnet, das während der

Digitized by Google

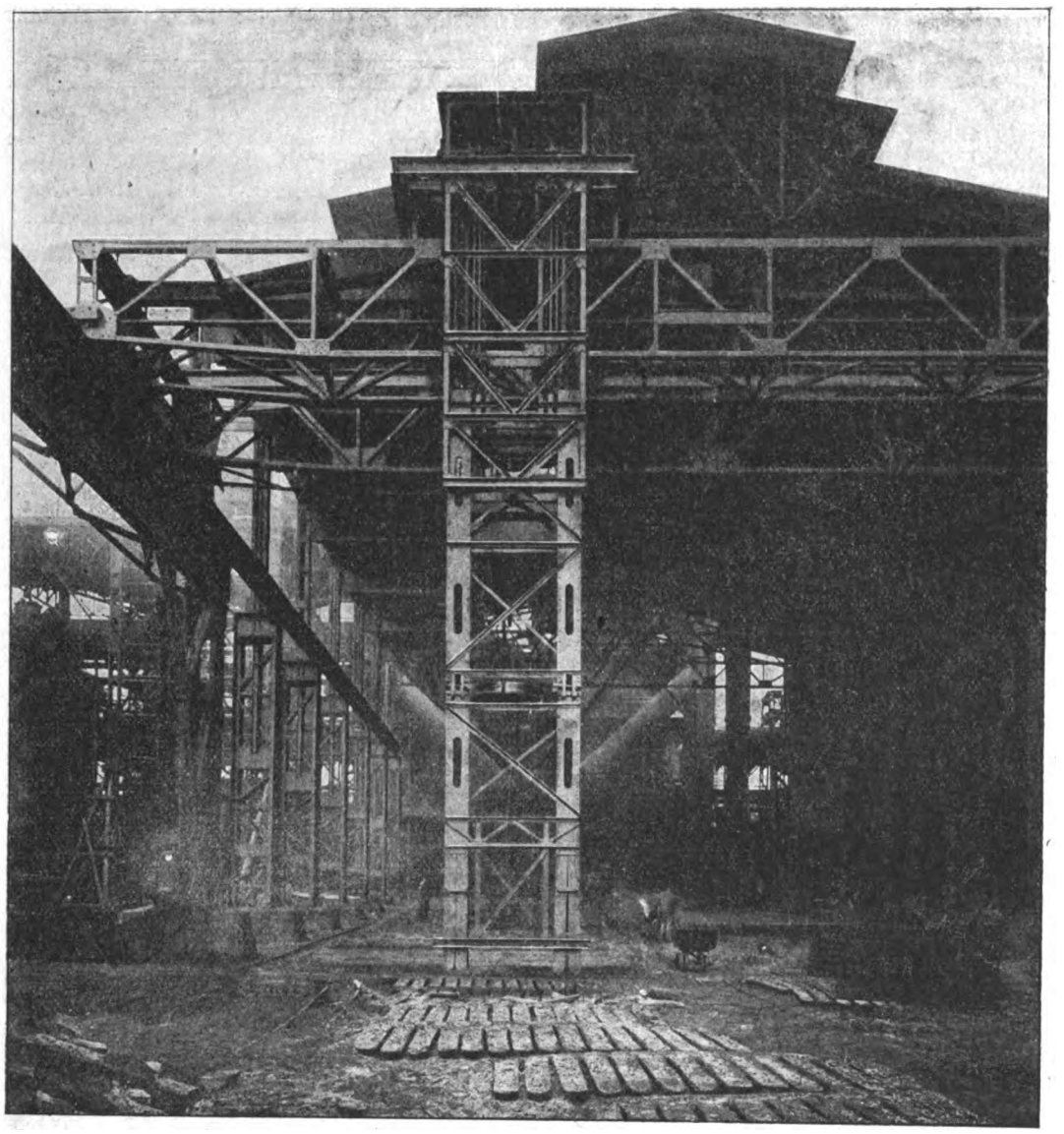


Abb. 4. Schlagwerk und Magnetkatze des Masselschlagwerks-Kranes in Bergeborbeck.

Fallzeiten die überschüssige Energie aufspeichert und beim Heben des Hammers den Motor unterstützt.

Abb. 2 zeigt die Laufkatze eines solchen Magnet-Schlagwerkskrans von 14,3 m Spannweite, der auf den Westfälischen Eisen- und Stahlwerken in Aplerbeck vor den Hochöfen arbeitet. Der Kranträger wird von der Laufkatzenkonstruktion derart durch ein starres Gerüst umfaßt, daß auf der einen Seite des Kranträgers der Lastmagnet, auf der anderen Seite der Masselhammer herunterhängt, während das Führerhaus, das die Verbindung zwischen den beiden Seitengerüsten bildet, unterhalb des Kranträgers sich bewegt. Der Hubmotor von 33 kW Leistung und 730 Umdr/min für den Magnet erteilt diesem eine Hebegeschwindigkeit von 19,8 m/min und arbeitet durch ein gekapseltes und ein offenes Stirnrädervorgelege auf die Hubtrommel. Die Lastseile werden durch seitliche Leitrollen abgelenkt. Der an einem Querhaupt hängende Lasthaken hat eine Tragfähigkeit von 7,5 t.

Zur Verladung der Masseln werden Zwischengefäße benutzt, welche durch den Magnet gefüllt werden. Nach Füllung werden die Gefäße zur Entladestelle, zum Lagerplatz oder Eisenbahnwagen geschafft und hier entleert. Eine besondere Kippvorrichtung ist bei den Gefäßen nicht vorgesehen.

Die Reibungsscheibe von 650 mm Durchmesser für den Hammergurt wird durch einen Motor von 7,4 kW Leistung und 950 Umdr/min angetrieben. Für die Nockenscheibe sind zwei verschiedene Geschwindigkeiten vorgesehen, derart daß der Hammer wahlweise mit 30 bzw. 15 Schlägen i. d. min arbeiten kann. Der Kamelhaargurt mit dem Hammer bewegt sich in einem Schacht auf und nieder. Der untere Teil des Schachtes ist durch 4 Federn an dem oberen Teil befestigt und so nach allen Seiten nachgiebig gemacht. Da der Kran während des Schlagens sich in Fahrt befindet, der Hammer jedoch bei jedem Schlag für eine kurze Zeit auf der Massel liegen bleibt, so ist diese Nachgiebigkeit zur Erzielung eines einwandfreien und sicheren Arbeitens notwendig. Der Hammerschacht hängt an einem besonderen Windwerk, angetrieben durch einen Motor von 1,5 kW Leistung und 960 Umdr/min, um ihn einerseits entsprechend der Höhe des Gießbettes einstellen, und anderseits während der Benutzung des Kranes zum Verladen der geschlagenen Masseln ganz hoch ziehen zu können. Das Heben des Schachtes erfolgt mit einer Geschwindigkeit von 4,65 m/min. Der Hammerkörper wird in diesem Falle ganz hochgezogen und von einer Riegelvorrichtung *b* gehalten.

Der Katzfahrmotor vermittelt der Laufkatze eine Fahrgeschwindigkeit von 42 m/min und leistet bei 955 Umdr/min 9 kW. Dagegen sind für das Längsfahren des Kranes zwei verschiedene Arbeitsgeschwindigkeiten von 147,5 m/min und 8,25 m/min vorgesehne. Das Umrücken des Triebwerks auf die jeweilige Fahrgeschwindigkeit wird durch eine Klauenkupplung *c* bewirkt. Die hohe Fahrgeschwindigkeit wird bei der Verladung der geschlagenen Masseln in die Kübel und bei der Abförderung der Kübel, die langsame Geschwindigkeit während des Masselschlagens benutzt. Der Kranfahrmotor leistet 33 kW bei 730 Umdr/min.

Für den Betrieb der Beleuchtung des Kranes und zur Erregung des Lastmagnets trägt die Laufkatze noch einen Umformer, bestehend aus einem Antriebsmotor von 10 kW und 1430 Umdr/min und einer Gleichstrom-Dynamo von 8 kW Dauerleistung, welcher den zur Verfügung stehenden Drehstrom von 380 V in Gleichstrom von 220 V Spannung umwandelt.

Die in Abb. 3 veranschaulichte Laufkatze eines Masselschlagwerks-Kranes, von Tigler für das Hochofenwerk Bergeborbeck der Gesellschaft Phoenix in Hoerde gebaut, unterscheidet sich von dem in Abb. 2 wiedergegebenen und bereits besprochenen Kran nicht nur hinsichtlich der Ausbildung des Hubwerks, sondern auch insofern, als hier zwei Schlaghämmer angeordnet sind, die sowohl gleichzeitig als auch abwechselnd einzeln arbeiten können. Da in Bergeborbeck eine größere Höhe für den Kran verfügbar war, so wurde jeder Hammerschacht in der Mitte geteilt und das untere Ende aufklappbar eingerichtet. Um die Höhenunterschiede des Gießbettes ausgleichen zu können, kann außerdem der ganze Schacht gehoben und gesenkt werden. Für diese Hubbewegung und zum Aufklappen des Schachtes sind zwei handbetätigte Winden vorgesehen worden.

Abb. 5. Masselschlagwerks-Kran in Bergeborbeck beim Auskippen eines gefüllten Masselkübels das Hammergerüst ist hochgeklappt

Digitized by Google

Das Schlagwerk ist grundsätzlich in der gleichen Weise ausgebildet wie bei dem Aplerbecker Kran. Der Motor von 7,7 kW Leistung und 880 Umdr/min hebt den Hammer mit einer Geschwindigkeit von 119 m/min. Unterschiedlich von der Aplerbecker Anlage ist in Bergeborbeck die Katzfahrgeschwindigkeit veränderlich gestaltet, u. zw. beträgt diese 55,5 m/min beim Verladen der Masseln und 6,2 m/min während des Masselschlagens. Diese Anordnung wurde dadurch erforderlich, daß hier die Masseln senkrecht zur Achse der Ofenbatterie liegen, wie aus Abb. 4 zu erkennen ist. Der Katzfahrmotor hat eine Leistung von 9,2 kW bei 630 Umdr/min. Der in die eine Kranträgerhälfte eingebaute Kranfahrmotor von 40 kW und 480 Umdr/min erteilt dem Kran eine Längsfahrgeschwindigkeit von 116 m/min.

Die Laufkatze ist mit zwei Hubwerken ausgerüstet, einem Magnet- bzw. Kübelhubwerk von 10 t Tragfähigkeit, angetrieben durch einen Motor von 40 kW und 480 Umdr/min, und einem Hilfshubwerk von 5 t Tragkraft, das durch einen Motor von 17,5 kW und 590 Umdr/min angetrieben wird. Die Hubgeschwindigkeiten betragen für beide Hubwerke 17,5 m/min. Das Hilfshubwerk dient in der Hauptsache zum Kippen des gefüllten Masselgefäßes bei der Verladung der Masseln, die dadurch wesentlich vereinfacht und beschleunigt wird. Abb. 5 zeigt das Auskippen eines gefüllten Masselkübels über dem Lager.

Bemerkenswert und neuartig ist die Art der Aufhängung des Förderkübels an dem Magnet selbst. An das Magnetgehäuse sind seitlich zwei Haken angegossen, an welchen das Gefäß aufgehangen wird. Dem wenig ins Gewicht fallenden Nachteil der Vergrößerung des Totgewichtes beim Heben steht der Vorteil gegenüber, daß das jedesmalige Auswechseln des Magnets bzw. Kübels in Wegfall kommt und eine Steigerung der Verladeleistung erzielt wird. Der Hilfshaken greift mittels eines einfachen Gehänges an dem rückwärtigen Ende des Förderkübels an.

Im Gesamtaufbau weicht die Bergeborbecker Anlage von dem Aplerbecker Kran insofern ab, als hier ein Doppelkranträger benutzt ist. Das Führerhaus bewegt sich zwischen den beiden Kranträgerhälften und ist mit dem Gerüst der beiden Hammerschächte starr verbunden, während die Lastseile über einen seitlichen Ausleger geleitet sind. Diese Anordnung gestattete, auf den beiden Kranträgern die üblichen Laufstege vorzusehen. Der Kranfahrmotor mußte allerdings auf einem besonderen Podest im Kranträger untergebracht werden.

Einseitiger magnetischer Zug in elektrischen Maschinen.

Von **Dr. E. Rosenberg**, Weiz (Steiermark).

(Schluß von S. 17.)

Zweiter Teil.

Vergrößerung der exzentrischen Verschiebung durch den einseitigen Zug.

Eine exzentrische Verschiebung des Läufers verursacht einen einseitigen magnetischen Zug, und ein einseitiger Zug verursacht eine weitere Verschiebung. Der magnetische Zug, der sowohl auf Läufer wie Ständer wirkt, zieht sie dort näher zusammen, wo der Luftspalt ohnehin am geringsten ist. Der Zug wird nicht nur eine elastische Durchbiegung der Läuferwelle, sondern auch des Gehäuses, der Grundplatte und der Lager zur Folge haben. Die oft gefundene Annahme, daß der magnetische Zug nur schädlich ist, wenn er sich zum Läufergewichte addiert, ist vollkommen haltlos. Eine solche Annahme wäre nur berechtigt, wenn die zu fürchtende Folge des einseitigen Zuges in der Lagerbelastung zu suchen wäre. Alle übrigen Folgen des magnetischen Zuges treten auf, welche Richtung im Raume auch der Zug haben mag. Bei unerregter Maschine ruft das Läufergewicht eine bestimmte statische Durchbiegung der Welle hervor, und der Ständer wird bei großen Maschinen so eingestellt, daß die Bohrung auf allen Seiten vom Läufer, dessen Welle ja schon statisch durchgebogen ist, möglichst gleichen Abstand hat. In welcher Richtung immer nun ein einseitiger magnetischer Zug auftritt bei Erregung der Maschine, wird er das Gleichgewicht stören. Ist die Exzentrizität z. B. derart, daß sie einen nach aufwärts gerichteten Zug auf den Läufer hervorruft, so wird das scheinbare Gewicht des Läufers verringert, das scheinbare Gewicht des Ständes vermehrt, wodurch die Durchbiegung der Welle, Grundplatte und anderen Teile vollkommen geändert wird, u. zw. mit annähernd demselben absoluten Wert, als wenn die Exzentrizität einen abwärts gerichteten Zug auf den Läufer hervorgebracht hätte. Ein seitlich gerichteter magnetischer Zug wird einen anderen Wert der Durchbiegung von Grundplatte und Lagerständern ergeben als ein vertikal gerichteter. Für die Berechnung muß man den ungünstigsten Fall in Betracht ziehen.

Eine ursprünglich vorhandene Exzentrizität verursacht einen der Exzentrizität proportionalen einseitigen magnetischen Zug. Dieser seinerseits vergrößert wieder die Exzentrizität, usw. Wir wollen nun die Forderung stellen, daß alle in Betracht kommenden Teile so dimensioniert werden, daß durch den magnetischen Zug eine ursprünglich vorhandene Exzentrizität nicht mehr als verdoppelt wird. Hierbei wollen wir annehmen, daß die Durchbiegung aller Maschinenteile proportional den auf sie wirkenden Kräften ist. Wir ziehen also nur elastische Durchbiegungen in Betracht und sehen gänzlich vom Spiel in den Lagern, nicht fest angezogenen Schrauben u. dergl. ab.

Würde es sich nur um statische Erscheinungen handeln, so könnte es, um obiger Forderung zu entsprechen, gestattet werden, daß der durch eine Exzentrizität von 1 mm verursachte magnetische Zug bei allen Maschinenteilen zusammen eine gesamte Durchbiegung von nicht mehr als ½ mm hervorrufen soll. Denn wenn ½ mm Durchbiegung durch den magnetischen Zug hervorgerufen ist, ½ mm Exzentrizität ursprünglich vorhanden war, so ergibt dies tatsächlich eine Gesamtexzentrizität von 1 mm, also eine Verdopplung der ursprünglich vorhandenen Exzentrizität.

Im allgemeinen wollen wir annehmen, daß der durch eine Exzentrizität von 1 mm hervorgerufene einseitige magnetische Zug F_1 seinerseits eine Verringerung des Luftraumes um q mm hervorruft, wobei q ein echter Bruch ist und aus 2 Summanden besteht, deren einer die Durchbiegung der Rotorwelle, deren anderer die Durchbiegung aller anderen Maschinenteile unter dem Einfluß des einseitigen Zuges darstellt. Haben wir bei unerregter Maschine eine Exzentrizität x, so wird der ursprüngliche magnetische Zug sein

$$F_x = x \,.\, F_1$$

und wird einen Zuwachs $q\,x$ der Durchbiegung hervorrufen; dieser entspricht ein weiterer Zusatz $q\,x\,F_1$ an magnetischem Zug, diesem ein weiterer Zusatz $q^2 x$ an Durchbiegung usw., so daß die endgültige statische Durchbiegung X gegeben ist durch die Summe

$$X = x + q\,x + q^2 x + q^3 x + \ldots . = \frac{x}{1-q} \quad (12$$

Für $q = ½$ wird $X = 2x$.

Wenn aber das Feld plötzlich eingeschaltet wird, wie es bei Wechselstrommotoren die Regel ist, und wie es auch bei Generatoren unter gewissen Umständen vorkommt (Unterbrechung eines eingetretenen Kurzschlusses), so ergibt sich folgendes: Die Maschinenteile werden aus der mechanischen Gleichgewichtslage nicht endgültig in die neue, der Erregung entsprechende Gleichgewichtslage übergehen, sondern haben, wie jeder elastische Balken beim Durchgang durch die neue Gleichgewichtslage eine solche lebendige Kraft, daß sie nach der anderen Seite annähernd ebenso viel überschießen als der Weg beträgt, den sie von der alten zur neuen Gleichgewichtslage zurückgelegt haben. Die Summe der von allen Maschinenteilen zurückgelegten Wege ist aber

$$X - x .$$

Dieser Weg wird verdoppelt, und so ergibt sich die größte augenblickliche Exzentrizität $X_{mom.}$ als

$$X_{mom.} = x + 2(X - x)$$

$$\doteq 2X - x = x \,.\, \frac{1+q}{1-q} \quad . \quad . \quad . \quad (13$$

Wenn wir also unter diesen Umständen wollen, daß die momentane Exzentrizität nicht größer sein soll, als die doppelte, ursprüngliche Exzentrizität, so darf q den Wert ⅓ nicht übersteigen, d.h., es darf der durch eine Exzentrizität von 1 mm hervorgerufene einseitige Zug seinerseits höchstens eine statische Verringerung des Luftraumes um ⅓ mm hervorrufen. Es wird dann beispielsweise bei einer ursprünglich vorhandenen Exzentrizität von ⅔ mm die Exzentrizität dauernd durch den magnetischen Zug auf 1 mm vergrößert, also um ⅓ mm, die vorübergehende Vergrößerung aber wird ⅔ mm sein, also gleich der ursprünglich vorhandenen Exzentrizität.

Die bisher häufig angewandte Regel, daß die Welle unter der statischen Last des Läufers eine bestimmte Durchbiegung, z. B. ½ mm, nicht überschreiten soll, ist eine Faustformel und zieht den magnetischen Zug durchaus nicht in richtiger Weise in Rechnung, auch dann nicht, wenn zum statischen Gewicht des Läufers auch der magnetische Zug für eine exzentrische Verschiebung von ½ mm hinzugeschlagen wird.

In den meisten Fällen wird es möglich sein, das Gehäuse, die Grundplatte, die Verbindungsschrauben, die Lager und die Verankerung dieser Teile am Fundament so stark zu machen, daß die Durchbiegung aller dieser Teile zusammen, die durch den magnetischen Zug hervorgerufen wird, in ihrem Einfluß auf die Exzentrizität den Einfluß der Durchbiegung der Läuferwelle mindestens nicht überschreitet.

Unter dieser Voraussetzung können wir die bestimmte Forderung aufstellen:

Die Welle muß so stark sein, daß der durch eine Exzentrizität von 1 mm bei der kritischen Erregung hervorgebrachte einseitige magnetische Zug eine Durchbiegung von nicht mehr als ⅙ mm am Sitze des Läufers hervorruft. Alle anderen Maschinenteile (Gehäuse, Grundplatte, Lager, Schrauben usw.) müssen so stark sein, daß derselbe einseitige Zug, in der ungünstigsten Richtung wirkend, eine Durchbiegung von nicht mehr als ⅙ mm (gemessen in der Statorbohrung) hervorruft.

Man sieht, daß die erste dieser Regeln bei einem leichten Läufer, z. B. einem Läufer ohne zusätzliches Schwungrad, eine geringere Durchbiegung unter dem Einfluß des Läufergewichtes zuläßt, als bei einem Läufer mit zusätzlichem Schwungrad. Wenn man in beiden Fällen, wie dies bisher üblich war, die gleiche statische Durchbiegung fordert, so mag das in einem Fall eine zu schwache, im anderen Falle eine unnötig starke Welle ergeben.

Die oben gegebenen Regeln lassen sich auch noch in anderer Form ausdrücken:

Der beim Streifen des Läufers an dem Stator verursachte magnetische Zug [Grenzwert gerechnet nach For-

Digitized by Google

mel (8)| soll eine Durchbiegung einerseits der Läuferwelle und anderseits aller anderen Maschinenteile zusammen von nicht mehr als ein Sechstel des Luftspaltes hervorrufen.

Wenn diese Forderung erfüllt ist, wird auch beim Einschalten kein Streifen des Rotors hervorgerufen werden, sofern die ursprüngliche Exzentrizität kleiner ist als die Hälfte des Luftspaltes.

Dritter Teil.

Wirkung des einseitigen magnetischen Zuges auf die rotierende Maschine.

Wenn der Läufer vollkommen rund läuft' aber die Lager aus dem Mittel verschoben sind' wird der magnetische Zug immer dieselbe Richtung im Raume behalten und bei mehrpoligen Maschinen konstant bleiben, während er bei zweipoligen rotierenden Feldmagneten zweimal für eine Umdrehung periodisch wechselnde Werte durchläuft.

Wenn der Rotor jedoch selbst unrund läuft, z. B. infolge einer Verbiegung der Welle, so wird, ob nun das Feld oder der Anker rotiert, der Ort des kleinsten Luftspaltes mit dem Läufer rotieren, so daß auch der einseitige Zug mitrotiert. In bezug auf den Läufer wird die Wirkung dieselbe sein, als wenn er mechanisch nicht ausbalanziert wäre, wobei allerdings hier das „Übergewicht" von der Erregung der Maschine abhängig ist. Während aber ein mechanisches Übergewicht keine direkte Einwirkung auf den Ständer hat, wird hier der wandernde, auf den Ständer wirkende magnetische Zug Vibrationen des Ständers, bei langsam laufenden Maschinen sichtbares „Atmen" des Stators hervorrufen. Die Frequenz der Vibrationen ist gleich der Zahl der Umdrehungen. Wir wollen hier nicht die Frage untersuchen, was für eine „Phasendifferenz" besteht zwischen dem Vorbeipassieren des exzentrischen Rotorteiles und der radialen Schwingung eines gewissen Ständerpunktes, sondern werden in der folgenden Untersuchung annehmen, daß die stationären Teile der Maschine unendlich steif sind, so daß diese Frage ausgeschaltet ist.

Einfluß des einseitigen magnetischen Zuges auf die kritische Drehzahl.

Solange nur die gewöhnlichen mechanischen Kräfte auftreten, können wir die kritische Drehzahl definieren als jene Drehzahl, bei der die infolge einer Exzentrizität des Rotorschwerpunktes entwickelte Fliehkraft ebenso groß ist wie die elastische Zentripetalkraft, welche die Läuferwelle entwickelt, wenn ihre Durchbiegung dieser Exzentrizität gleichkommt. Denn dies bedeutet, daß, wenn selbst der Schwerpunkt ursprünglich genau in die Drehachse fällt, aber durch irgendwelche Ursache eine momentane Schwerpunktsverschiebung eintritt, dann keine Kraft vorhanden ist, die den Schwerpunkt näher an die geometrische Achse zurückführt, und daß, wenn von Anfang an eine endliche Exzentrizität vorhanden wäre (der also keine elastische Zentripetalkraft der Welle entspricht), die ursprünglich vorhandene Exzentrizität eine unendliche Durchbiegung der Welle hervorrufen würde, wenn es keine Bewegungshindernisse und dämpfende Momente gäbe.

Für rein mechanische Kräfte ergibt sich also folgendes:

Angenommen, das Eigengewicht des Ständers G kg würde bei horizontal gelagerter Welle eine Durchbiegung von f cm hervorrufen, so entspricht einer elastischen Durchbiegung der Welle von 0,1 cm eine elastische Kraft der Welle von $\frac{G}{10 \cdot f}$ kg.

Nehmen wir anderseits an, daß der Schwerpunkt während der Rotation um 0,1 cm $= \frac{1}{1000}$ m verschoben ist, so ist die bei n Umdr/min entwickelte Zentrifugalkraft

$$\frac{G}{9{,}8} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \pi^2 \cdot \left(\frac{n}{60}\right)^2 = \frac{G}{10} \cdot \left(\frac{n}{300}\right)^2$$

Für die kritische Drehzahl $n_{krit.}$ ist

$$\frac{G}{10} \cdot \left(\frac{n_{krit.}}{300}\right)^2 = \frac{G}{10 f}$$

oder

$$n_{krit.} = \frac{300}{\sqrt{f}} \quad \ldots, f \text{ in cm ausgedrückt.} \quad (14$$

Dies ist die wohlbekannte, oft in anderer Art abgeleitete Formel.

Wenn die elektrische Maschine erregt ist, so entspricht einer Verschiebung des Läufermittelpunktes um 0,1 cm auch noch ein bestimmter einseitiger magnetischer Zug, der mit der Fliehkraft gleiche Richtung hat. Die Zentripetalkraft hingegen, die sich durch die Durchbiegung der Welle ergibt, bleibt dieselbe wie früher.

Angenommen, der sich bei einer Exzentrizität von 1 mm ergebende einseitige, magnetische Zug würde für sich allein eine statische Durchbiegung der Welle von q mm hervorrufen, so beträgt er

$$q \cdot \frac{G}{10 f} \text{ kg}.$$

Weiter angenommen, daß das Gehäuse und die übrigen mechanischen Teile unendlich steif wären, so wird bei 1 mm Verschiebung des Läufermittelpunktes die gesamte auf den Läufer in zentrifugaler Richtung wirkende Kraft als Summe der Fliehkraft und der magnetischen Zugkraft sein:

$$\frac{G}{10} \cdot \left(\frac{n}{300}\right)^2 + q \cdot \frac{G}{10 f}.$$

Für die kritische Drehzahl ist

$$\frac{G}{10} \cdot \left(\frac{n_{krit.}}{300}\right)^2 + q \cdot \frac{G}{10 f} = \frac{G}{10 f}$$

oder

$$n_{krit.} = \sqrt{1-q} \cdot \frac{300}{\sqrt{f}} \quad \ldots, \ldots \quad (15$$

f in cm ausgedrückt

Wir sehen, daß die kritische Geschwindigkeit durch den einseitigen magnetischen Zug verringert wird. Da q bei richtig konstruierten Maschinen weitaus kleiner sein muß als 1, so kann man auch näherungsweise

$$\sqrt{1-q} \quad 1 - \frac{q}{2}$$

setzen, daher

$$n_{krit.} \cdot \left(1 - \frac{q}{2}\right) \cdot \frac{300}{\sqrt{f}} \quad \ldots \quad (16$$

Wenn also der einseitige magnetische Zug bei einer Exzentrizität von 1 mm eine Wellendurchbiegung von $^1/_8$ mm verursacht, so erniedrigt dies die kritische Geschwindigkeit um annähernd $^1/_{12}$.

Nun wissen wir, daß q nicht eine Konstante, sondern von der Erregung abhängig ist, daher wird eine elektrische Maschine (die keine Ausgleichswicklungen hat) nicht eine bestimmte kritische Geschwindigkeit haben, sondern eine Zone von kritischen Geschwindigkeiten, je nach dem Erregungszustande.

Bei zweipoligen Turbodynamos muß außerdem berücksichtigt werden, daß der einseitige magnetische Zug für eine Verschiebung in der Richtung der Feldachse verschieden ist von dem für eine Verschiebung in der Richtung der Neutralachse, und daß daher eine solche Maschine selbst für eine bestimmte Erregung verschiedene kritische Geschwindigkeiten in Hinsicht auf diese beiden Achsen hat, so wie eine rotierende Welle mit rechteckigem Querschnitt.

Ein Beispiel mit vereinfachten Varianten soll den Einfluß des einseitigen magnetischen Zuges auf die kritische Geschwindigkeit klarmachen. Wir nehmen einen auf dem ganzen Umfang gleichmäßig genuteten Rotor von 60 cm Durchmesser und 100 cm Gesamteisenlänge an, dessen Oberfläche nach Abzug der Lüftungsschlitze und Nutenöffnungen 80% der zylindrischen Oberfläche $= 0{,}8 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 100 = 15\,100$ cm² betrage. Wir wollen zuerst annehmen, daß dieser Läufer zu einem zweipoligen Turbogenerator gehöre, verteilte Erregerwicklung besitze, mit 3000 Umdr/min laufe, daß der wirkliche radiale Luftspalt 1,5 cm, der virtuelle 1,6 cm sei, und wollen als Alternativen mechanische kritische Geschwindigkeiten von 3600 und 1800 Umdr/min betrachten. Das Rotorgewicht sei 3000 kg und die kritische Luftsättigung sei 6000.

Da die mechanische kritische Geschwindigkeit gegeben ist, können wir aus Formel (14) die Wellendurchbiegung berechnen, die unter dem Einflusse des Rotorgewichtes von 3000 kg auftritt. Diese Durchbiegung ist im einen Falle: $\left(\frac{300}{3600}\right)^2 = 0 \cdot 0070$ cm, im anderen Falle $\left(\frac{300}{1800}\right)^2 = 0 \cdot 0278$ cm. Bei der kritischen Induktion von 6000 ist der Zug für 1 cm² $\left(\frac{6000}{5000}\right)^2 = 1{,}44$ kg, daher bei einer Verschiebung von 1 mm der einseitige magnetische Zug

$$\frac{2}{3} \cdot 15\,100 \cdot 1{,}44 \cdot \frac{1}{16} = 905 \text{ kg}.$$

Die diesem Zug entsprechende Wellendurchbiegung ist im ersten Falle $\frac{905}{3000} \cdot 0{,}007 = 0{,}0021$ cm $= 2{,}1$ Hundertstelmillimeter, im anderen Falle 8,3 Hundertstelmillimeter.

Die Verringerung der kritischen Geschwindigkeit ist daher in diesen Fällen ein wenig über 1 und 4%, also nicht sehr bedeutend.

Wenn wir aber annehmen, daß derselbe Rotor einer vierpoligen Maschine angehört, bei der die verringerte Ankerrückwirkung einen virtuellen Luftspalt von 0,8 cm zuläßt, weiter annehmen, daß die kritische Geschwindigkeit 1800 betrage, so würde jetzt der einseitige Zug für 1 mm Exzentrizität das Doppelte von 905 kg betragen und die demselben entsprechende Durchbiegung der Welle 16,6 Hundertstelmillimeter sein. Die kritische Geschwindigkeit wird sonach um mehr als 8% reduziert oder, genau gerechnet, nach Formel (15) auf

$$\sqrt{0{,}834} \cdot 1800 = 0{,}913 \cdot 1800 = 1640 \text{ Umdr/min}$$

ein Wert, der der Betriebsgeschwindigkeit von 1500 schon unbequem naheliegt.

Nehmen wir nun einen Induktionsmotor mit 0,3 cm virtuellem (0,2 cm mechanischem) Luftspalt an mit einem ebensolchen Läufer wie dem früher betrachteten, wobei wir der Einfachheit halber noch immer dasselbe Läufergewicht voraussetzen, aber annehmen, daß die kritische Induktion wegen der kleineren Zahnquerschnitte jetzt nur mehr 5000 Linien beträgt. Die wirkliche Drehzahl sei 1500, die mechanische kritische Geschwindigkeit 1800 Umdr/Min. Der Zug auf den Quadratzentimeter $\left(\frac{B_m}{5000}\right)^2$ ergibt sich hier mit 1 kg und der gesamte einseitige magnetische Zug bei 1 mm Exzentrizität mit

$$\frac{2}{3} \cdot 15100 \cdot 1 \cdot \frac{1}{3} = 3340 \text{ kg}.$$

Die entsprechende Durchbiegung der Welle beträgt $\frac{3340}{3000} \cdot 0{,}0278 = 0.031$ cm oder 31 Hundertstelmillimeter.

Im letzteren Falle würde die kritische Geschwindigkeit verringert um annähernd 16% oder genauer auf

$$\sqrt{0.69} \cdot 1800 = 1490 \text{ Umdr/min}.$$

Digitized by Google

Dies wäre für eine Maschine, deren normale Drehzahl 1500 ist, durchaus unzulässig, und es wäre notwendig, die Welle zu verstärken.

Bei mehrpoligen Gleichstrommaschinen mit Parallelwicklungen und Ausgleichsverbindungen tritt natürlich keine merkbare Verringerung der kritischen Geschwindigkeit durch den magnetischen Zug ein, da letzterer bei Rotation der Maschine nahezu auf null reduziert wird. Auch bei Wechselstrommaschinen welche parallele Wicklungskreise mit richtig angeordneten Ausgleichsverbindungen haben, wie es z. B. Abb. 13 für eine 8-polige Maschine

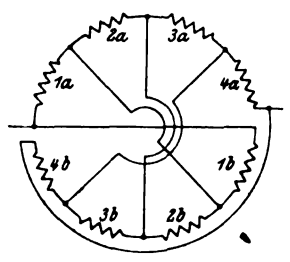


Abb. 13.

zeigt, tritt nahezu kein magnetischer Zug auf, daher auch nahezu keine Verringerung der kritischen Geschwindigkeit.

Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Der durch Verschiebung des Läufer- und Ständermittelpunktes hervorgerufene magnetische Zug ist annähernd proportional dieser Verschiebung, abhängig von der Erregung und erreicht bei einer bestimmten Sättigung ein Maximum, um bei höherer Sättigung wieder abzufallen. Bei allen Arten von Maschinen läßt sich der Höchstwert des magnetischen Zuges für eine bestimmte Exzentrizität x berechnen nach der Formel

$$F_x = c\,\pi\,D\,L \cdot \left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 \cdot \frac{x}{a_1} \quad . \quad . \quad (6$$

wobei $\pi\,D\,L$ die zylindrische Oberfläche des Läufers nach Ausscheidung von Lüftungsschlitzen darstellt, der Faktor c annähernd $^2/_3$ ist (zweipolige Maschinen mit ausgeprägten Polen ausgenommen), a_1 den virtuellen Luftspalt vorstellt (mechanischer Luftspalt um $^1/_2$ bis 1 mm vergrößert und im selben Maße wie die Exzentrizität x ausgedrückt), und B_m die Luftsättigung des „offiziellen Endpunktes" der geradlinigen Charakteristik darstellt (angenähert jene Luftsättigung, bei welcher die Neigung der magnetischen Charakteristik einen Wert von $^5/_6$ der Neigung des geraden Teiles hat).

2. Bei Maschinen mit ausgeprägten Polen, die zylindrisch bearbeitet sind, wird der größte einseitige Zug bei geringer Sättigung erreicht und fällt bei hoher Sättigung scharf ab.

Bei Maschinen mit ausgeprägten Polen, die abgestuften Luftspalt haben, und bei Maschinen mit verteilter Erregerwicklung bleibt der einseitige Zug für ziemlich weitgehende Änderungen in der Erregung annähernd konstant. Das Maximum des einseitigen Zuges wird hier bei einer höheren Sättigung der Polmitte erreicht.

3. Die Magnetisierungskurve, aus welcher B_m und a_1 bestimmt werden, wird bei mehrpoligen zylindrischen Feldern, deren Nutung sich nur über einen Teil des Umfanges erstreckt, und bei Maschinen mit ausgeprägten Polen, die abgestuften Luftspalt haben, als ein Mittelwert aus den Sättigungskurven der einzelnen Peripherieteile bestimmt.

4. Bei zweipoligen Maschinen ist der einseitige Zug verschieden für eine Verschiebung in der Richtung der Feldachse und in der Richtung der Neutralachse. Der Höchstwert wird bei letzterer Verschiebung und bei sehr hoher Sättigung der Polmitte erreicht und für Maschinen mit verteilter Erregerwicklung nach Formel (6) mit einem Faktor $c = ^2/_3$ berechnet. Für die Magnetisierungscharakteristik ist hier nur die des genuteten Teiles zu berücksichtigen, nach Ausscheidung der Amperewindungen für den Kern von Stator und Rotor.

5. Für ein Streifen des Läufers an dem Ständer wird der Grenzwert des einseitigen Zuges erreicht, der nahezu

$$F_a = c\,\pi\,D\,L \cdot \left(\frac{B_m}{5000}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (8$$

ausmacht.

Für den Wert von B_m ist das Verhältnis der Eisenquerschnitte zum Luftquerschnitte maßgebend, und je nach der Größe dieses Verhältnisses beträgt der Klammerwert $\left(\frac{B_m}{5000}\right)^2$ etwa 2 bis $^1/_2$ kg/cm².

6. Die Welle und die anderen Maschinenteile sollen so stark sein, daß der durch eine Exzentrizität von 1 mm hervorgebrachte einseitige Zug eine Durchbiegung einerseits der Läuferwelle und anderseits aller anderen Maschinenteile zusammen, von nicht mehr als $^1/_6$ mm hervorruft, um zu verhindern, daß beim Einschalten der Erregung eine ursprünglich vorhandene Exzentrizität mehr als verdoppelt wird.

7. Die kritische Geschwindigkeit wird durch den einseitigen magnetischen Zug verringert u. zw. um annähernd $\frac{q}{2}$ %, wenn der durch 1 mm Exzentrizität verursachte magnetische Zug eine Durchbiegung der Welle um q Hundertstelmillimeter hervorruft, vorausgesetzt, daß die anderen Maschinenteile unendlich steif sind.

Bei mehrpoligen Maschinen mit Parallelwicklungen und geeigneten Ausgleichsverbindungen tritt keine Verringerung der kritischen Drehzahl ein.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Tätigkeitsbericht des National Physical Laboratory.

[The Electrician, Bd. 79, S. 511, 550.]

Die Tätigkeit des N.P.L. war im Berichtsjahr stark durch den Krieg beeinflußt. Der Direktor der Anstalt war wie seither als physikalischer Berater im Kriegsministerium tätig; ferner wurde die meiste Zeit der auf elektrischem Gebiet beschäftigten Beamten durch Arbeiten für die Munitionserfindungs-Abteilung und durch andere Arbeiten für Heereszwecke (auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie, des Kompaßwesens, Untersuchung von Leuchtmassen usw.) in Anspruch genommen. Von sonstigen Untersuchungen der elektrischen Abteilung sind zu erwähnen die Vergleichung der Widerstandsnormale und Herstellung neuer Weston-Normalelemente, sodann Versuche über Störungen durch elektrische Bahnen, Messung der Selbstinduktion kleiner Widerstände, Herstellung großer Induktivitäten für Hochfrequenz, Prüfung von Hufeisenmagneten sowie verschiedene Kabeluntersuchungen.

W. J.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Schutz von Teilnehmer-Fernsprechzentralen gegen Starkstrom.

Bei einer Teilnehmer-Fernsprechzentrale ist kürzlich infolge eines durch Kurzschluß in der Starkstrom-Beleuchtungsanlage entstandenen größeren Schadenfeuers die technische Einrichtung der Zentrale verbrannt. Das Feuer war dadurch entstanden, daß der Körper einer vom Teilnehmer zur Beleuchtung benutzten elektrischen Tischlampe infolge mangelhafter Isolierung unter 220 V Spannung stand und mit elektrisch leitenden Teilen des Vermittlungsschrankes in Berührung kam. Die auf Kabel und Apparatteile übergetretene Starkstromspannung hat diese in Brand gesetzt. Aus diesem Anlaß weist die Postverwaltung darauf hin, daß die Benutzung von elektrischen Tischlampen in den Räumen der Fernsprechzentrale nicht mehr gestattet ist.

In Teilnehmerkreisen ist man der Meinung, daß die Ausschließung von beweglichen Tischlampen in diesen Räumen viele Unbequemlichkeiten bereiten wird, und man meint, daß es völlig genügen würde, wenn für die Zuleitungen der Tischlampen in Räumen mit Vermittlungsschränken besondere Vorschriften erlassen würden. *Ptz.*

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Radiostation in Karlsborg (Schweden).

In den letzten 2 Jahren wurde für Rechnung der schwedischen Telegraphenverwaltung an der Aufführung von Stationen für drahtlose Telegraphie in Boden, Hernösand, Vaxholm und Karlsborg gearbeitet. Von diesen ist die Station in Karlsborg, die größte von den vier, im Laufe des Sommers vollendet; sie begann kürzlich mit den Versuchen. Der Zivilminister und Generaldirektor Rydin haben sie vor einigen Tagen besucht und besichtigt. Da die nötigen Prüfungen und Abstimmungen vollendet sind, ist damit Schwedens größte Telegraphenstation und eine der größten in Europa bereit, ihren Platz auszufüllen. Mit einem veranschlagten Aktionsradius von ungefähr 5000 km — doppelt so groß wie die geplante nächstgroße Station — soll die Station Karlsborg dem Lande unmittelbare telegraphische Verbindung nicht nur mit den europäischen Ländern, sondern auch mit dem amerikanischen Festlande geben.

Die Pläne für die Station stammen vom Marineingenieur R. Rendahl, Djursholm, der auch die drahtlosen Apparate und die Antennen entworfen hat. Erbauer der beiden 210 m hohen Türme, die die Antennen tragen, ist Professor Karl Ljungberg, Stockholm. Der Entwurf derselben und ihre Errichtung kann als eine bisher ziemlich einzig dastehende Probe schwedischer Ingenieurkunst bezeichnet werden. Stück für Stück auf dem Gelände in ihrer ganzen Länge gebaut, wurden sie in diesem Zustand aufgerichtet. Ihr Gewicht, 25 t für jeden, ist ungefähr nur $^1/_{10}$ von dem, was die deutschen Maste wiegen. *Rp.*

(Stockholms Dagblad v. 6. X. 17.)

Neue Funkentelegraphenanlagen.

Südamerika. Es wird berichtet, daß die brasilianische Regierung es abgelehnt hat, ein Konzessionsgesuch der Marconi-Gesellschaft für den Bau einer Großstation in Amazonas zu genehmigen. Die „Review of the River Plate" meldet, daß die drahtlose Station, die mit Erlaubnis der argentinischen Regierung von einer deutschen Gesellschaft — durch Vermittlung der Siemens-Schuckert-Gesellschaft — in der Nähe der Station Plomar auf Grund und Boden des Sennor Joaquin Anchorena errichtet wird, schnelle Fortschritte macht. Die Station soll nur zur Aufnahme von Nachrichten aus Berlin dienen, sie ist nicht für Senderzwecke bestimmt. Ein Beauftragter der argentinischen Regierung übt sorgfältige Aufsicht über den Bau aus. Es sind für die Antenne 16 Masten von 30 m Höhe mit etwa 240 m Zwischenraum errichtet worden. Die Station liegt verschiedene Meilen von der nächsten Niederlassung entfernt.

(The Electrician, Bd. 79, S. 869.)

Brasilien. Die Regierung von Brasilien hat eine Verordnung erlassen, durch die alle drahtlosen Telegraphen- und Fernsprechanlagen im Lande als ausschließliches Eigentum der Vereinigten Regierung erklärt werden.

Nach „Electrical Review" beabsichtigt die brasilianische Regierung an der Mündung des Amazonenstromes eine mächtige Radiostation zu errichten, die unmittelbar mit der Station Sayville (N. Y.) verkehren soll.

Rußland. Nach einer Meldung des Ukr. Pressebureaus hat das russische Post- und Telegraphenministerium beschlossen, in Rußland ungefähr 200 Stationen für drahtlose Telegraphie für den inneren Nachrichtendienst einzurichten. Auf diese Weise hofft man den gewöhnlichen Telegraphendienst, der wegen großen Andrangs schlecht funktioniert, ganz bedeutend zu entlasten.

(Norddeutsche Allgem. Ztg. Nr. 308.)

Italien. Die italienische Regierung hat beschlossen, eine drahtlose Großstation in Mittelitalien zu bauen. Sie soll nach einem neuen System gebaut werden und man hofft, daß sie bald für die Übermittlung von Nachrichten verwendbar sein wird. *Rp.*

Beleuchtung und Heizung.

Elektrische Heizung bei Ölverladung.

[Electrical World, Bd. 70, S. 674.]

Bei kaltem Wetter ist die Entladung von mit Öl oder anderen zähflüssigen Stoffen ge-

Digitized by Google

füllten Kesselwagen zeitraubend, weil das Material äußerst langsam fließt. Versieht man die Ölkessel mit elektrischen Heizvorrichtungen, die vorübergehend angeschlossen werden können, so geht die Verladung sehr viel schneller von statten, und die Kosten der elektrischen Heizung stehen in keinem Verhältnis zu den Ersparnissen durch schnellere Entladung. Beispielsweise ermöglichte es die Anwendung eines Eintauchheizkörpers für 2,5 kW, einen Kesselwagen, zu dessen Entleerung sonst 3 Tage notwendig gewesen wären, in 3 Stunden zu entleeren. Bei dem heutigen Wagenmangel erscheint uns ein Hinweis auf dieses Verfahren wertvoll zu sein. *Ptz.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Elektrizitätsmonopol und Gas-Großkraftwerke in England.

[Colliery Guardian vom 22. IX. 1916.]

R. A. Chatock, Birmingham, weist darauf hin, daß beim Betriebe großer Elektrizitätswerke durch Vergasung der Kohle und Wiedergewinnung der Nebenprodukte ganz erhebliche Ersparnisse gegenüber der unmittelbaren Kohlenfeuerung erzielt werden können. Es sei möglich, große Elektrizitätswerke mittels gasgeheizter Kessel zu betreiben. Ein Nachteil der Anlagen mit Gasheizungen besteht in dem größeren Bedarf an Arbeitskräften sowie an Raum für die Einrichtungen zur Destillierung der Kohle und zur Wiedergewinnung der Nebenprodukte. Wird aber die Gewinnung der Nebenprodukte im großen Maßstab ausgeführt, so muß jeder dieser Nebenbetriebe als besonderes Geschäft für sich oder als eine Organisation für sich behandelt werden. Man könne es den Betriebsleitungen der Elektrizitätswerke nicht zumuten, alle Nebenbetriebe mit zu verwalten, weshalb die Verwertung der Kohle besonderen Gesellschaften überlassen werden muß.

Die Kohlenverwertungsunternehmen müssen natürlich in engem Zusammenhange mit den Elektrizitätsbetrieben arbeiten, während die wirtschaftlichen Angelegenheiten vollkommen voneinander getrennt behandelt werden können. Es sind bereits Untersuchungen angestellt worden, die darauf abzielen, die Verwertung der Kohle von ganz England an Gesellschaften zu übergeben, in denen Kohlengrubenbesitzer und -verbraucher vertreten sind. Solchen Gesellschaften können gesetzliche Vollmachten, gewissermaßen Elektrizitäts- und Kohlenmonopolrechte, gegeben werden, wenn sie die Kohle des ganzen Landes übernehmen. Wird ein solcher Plan eines Großkraftwerkes ausgeführt, so muß es möglich sein, die elektrische Energie in einem weit größeren Umfange und auch zu viel billigeren Preisen als jetzt zu erzeugen.

Man hat bereits verschiedentlich vorgeschlagen, große Stromerzeugungsanlagen unmittelbar am Orte der Kohlengewinnung zu errichten, es hat sich aber bei den meisten Entwürfen gezeigt, daß in der Nähe von Kohlengruben stets Mangel an Kondenswasser herrscht. Für die Werke in den Midlands, bei denen nicht genügend Wasser vorhanden ist, mußten Kühltürme errichtet werden. Die Kühltürme der Dampfkraftanlagen in Birmingham verdampfen z. Zt. bereits 4500 m³ Wasser f. d. Tag, während die gesamte Wasserlieferung der Stadt Birmingham, die zum großen Teil von Wales zugeführt werden muß, nur etwa 112 500 m³ täglich beträgt. Im Hinblick auf diesen Übelstand müßte ein großes Überlandkraftwerk, das etwa 50-mal so groß wie das jetzige in Birmingham sein sollte, in solche Gegenden verlegt werden, wo reichlich Wasser vorhanden ist. Diese Anordnung hat aber meist den Nachteil, daß die Kohlen dann erst wieder verladen und mittels besonderer Förderanlagen zu den Kraftwerken gebracht werden müssen, wodurch nicht nur erhöhte Betriebskosten entstehen, sondern auch die Bahnen statt entlastet wieder belastet werden. Es muß deshalb von Fall zu Fall ermittelt und entschieden werden, welche Anordnung, ob Wasserzufuhr oder Kohlenzufuhr, empfehlenswerter erscheint.

Auch betreffs der Bemessung der Großkraftwerke sind Zweifel entstanden. Sie kann auf zweierlei Weise bestimmt werden. Der Weg der natürlichen Entwicklung, wie er früher eingeschlagen wurde, würde bei Großkraftwerken mit Verwertung der Nebenprodukte nicht allen Bedingungen entsprechen. Eine hohe Wirtschaftlichkeit kann nur in gut belasteten Anlagen erreicht werden. Um dies zu erzielen, müssen alle Stromverbraucher gezwungen werden, ihren Strombedarf bei den großen, staatlichen Elektrizitätswerken anzumelden, was möglicherweise durch eine Steuer auf Kohle, wie es von Woodhouse im englischen Parlament bereits vorgeschlagen wurde, leichter erreicht werden könnte. Der Vorschlag zielt also darauf ab, die Verbraucher zu zwingen, ihre Energie in Form von Elektrizität dem Staate zu günstigen Bedingungen abzukaufen oder hochbesteuerte Kohlen zu verarbeiten. Der in gemischten Großkraftwerken erzeugte Strom kann noch immer zu niedrigeren Preisen geliefert werden als der in kleinen Einzelanlagen erzeugte Strom, wodurch sich Ersparnisse an Erzeugungskosten und damit an Nationalvermögen ergeben.

Ein weiterer Vorteil der Großkraftwerke besteht in einer allgemeinen Entlastung der Verkehrsmittel. Für die Beförderung der Kohle kommen nur gewisse Fernstrecken, die aber für diesen Verkehr besonders einzurichten wären, in Betracht.

Zur Behandlung der zahlreichen Fragen haben eine große Anzahl von Kraftwerksgesellschaften und städtischer Behörden mit der Institution of Electrical Engineers eine Sondervereinigung gebildet, deren Ausschuß die Fragen nicht nur vom technischen und wirtschaftlichen, sondern auch vom nationalen Standpunkt aus behandeln und über die Notwendigkeit einer Zusammenfassung der Elektrizitätserzeugung an gewissen Punkten Englands und über die Verteilung der elektrischen Energie über das ganze Land Bericht erstatten soll. Dieser Bericht stand vor kurzer Zeit in der Institution zur Besprechung.

J. T. Higfield war der Meinung, daß die Verwertung der Kohle unter gleichzeitiger Gewinnung der Nebenprodukte nur vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte durch ein Zusammenwirken von Chemikern und Ingenieuren behandelt werden müsse und mit nationalen Bestrebungen nicht verquickt werden darf. Die Ausscheidung der Nebenprodukte erfordert sehr großes Anlagekapital, und es ist noch die Frage, ob es sich lohnt, solche Ausgaben zu machen. Er war auch nicht davon überzeugt, ob es richtig sei, daß die Kohlenschätze Englands nur für eine Dauer von noch wenigen hundert Jahren ausreichen werden und die Notwendigkeit vorliege, schon jetzt Sparversuche zu machen. Es können, wie der Krieg jetzt lehrt, Ereignisse eintreten, welche diese ganze Kapitalsanlage als überflüssig erscheinen lassen.

D. Clerk gab seinen Bedenken Ausdruck, daß bei einer Monopolisierung der Elektrizität die Gasmaschinenfabriken und die Gasindustrie vollkommen von der Bildfläche verschwinden würden. Wenn elektrische Kraft in der vorgeschlagenen Weise bedeutend billiger erzeugt werden kann, so würde dem Lande ein großer nationaler Dienst erwiesen. Man müsse aber bestrebt sein, für die Gas- und Elektrizitätsindustrie noch auf viele Jahre hinaus Gleichberechtigung anzustreben. *—le—*

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Projektierungsbehelfe.

[Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 34, S. 353, 371.]

Die Darstellung der Leitungstabellen, wie sie Opacki seinen Betrachtungen zugrunde legt, ist nicht ganz einwandfrei. Durch die Wahl von eckigen Linien wird gegenüber geraden Linien oder Zahlentabellen an Übersichtlichkeit nichts gewonnen; im Gegenteil fallen die Linien für die kleineren Querschnitte teilweise übereinander und geben zu Irrtümern Anlaß. Durch die willkürliche Einteilung und durch die großen Sprünge in der Stromstärke von 5 zu 5 bezw. von 10 zu 10 A und durch solche in der Meterzahl von 2, 3 und 4 m in den Tabellen 1 und 3 (in den Tabellen 2 und 4 sind die Sprünge in der Belastung und Entfernung noch viel größer) werden die Grenzwerte sehr verwischt und können nicht mehr einwandfrei ermittelt werden. Z. B. reicht bei einer einfachen Leitungslänge von 19 m und einer Belastung von 21 A bei 1 V Spannungsabfall noch ein Leitungsquerschnitt von 16 mm² gut aus; nach der Tabelle 1 müßte aber ein Querschnitt von 25 mm² gewählt werden.

Bedeutend einfacher und übersichtlicher erscheint mir eine Darstellung, die auf logarithmischer Einteilung beruht (Abb. 1). Hierbei erhält man lediglich parallellaufende Gerade, bei welchen auch die Grenzwerte scharf zum Ausdruck kommen. Im übrigen ist aber die Tabelle nach den gleichen Grundsätzen wie diejenige von Opacki aufgebaut, d. h. lediglich auf den Grundelementen der Stromstärke und der Entfernung, ohne Berücksichtigung der zu übertragenden Leistung und der Betriebsspannung.

Besonders hervorzuheben ist, daß sowohl die Tabelle von Opacki als auch die meinige nur gültig ist für Gleichstrom und Wechselstrom bei induktionsfreier Belastung, ohne Berücksichtigung der Selbstinduktion und der gegenseitigen Induktion der Leitungen. Bei Drehstrom und induktionsfreier Belastung ergeben die Kurven Werte für einen Spannungsabfall von 0,866 V und nicht für 1 V.

Nicht unerwähnt will ich lassen, daß in dem Bureau für Einzelanlagen der Siemens & Halske A.-G. schon vor etwa 20 Jahren ein Leitungsschieber nach Abb. 2 in Gebrauch war, bezw. jetzt bei den Siemens-Schuckertwerken noch ist. Dieser Leitungsschieber ist ebenfalls auf logarithmischer Teilung berechnet und gilt für die Bestimmung des Ohmschen Spannungsabfalls unter Berücksichtigung der tatsächlich in Betracht kommenden Leitungslängen und Stromstärken. Sämtliche Berechnungen, deren Vorzüge Herr Opacki in seinen Tabellen hervorhebt, lassen sich mit

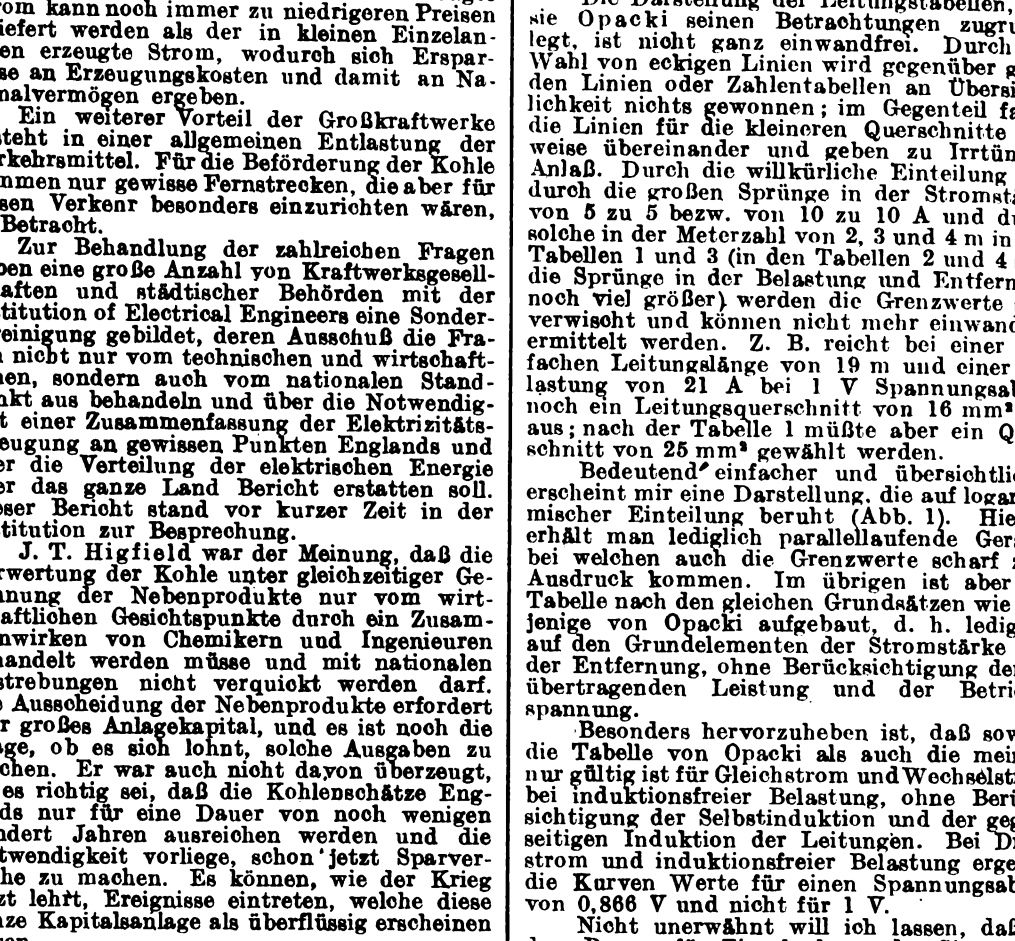


Abb. 1. Tabelle zur Berechnung elektrischer Leitungen für Gleich- und Wechselstrom cos $\varphi = 1$, $e = 1$ V, für Drehstrom cos $\varphi = 1$, $e = 0{,}866$ V.

Digitized by Google

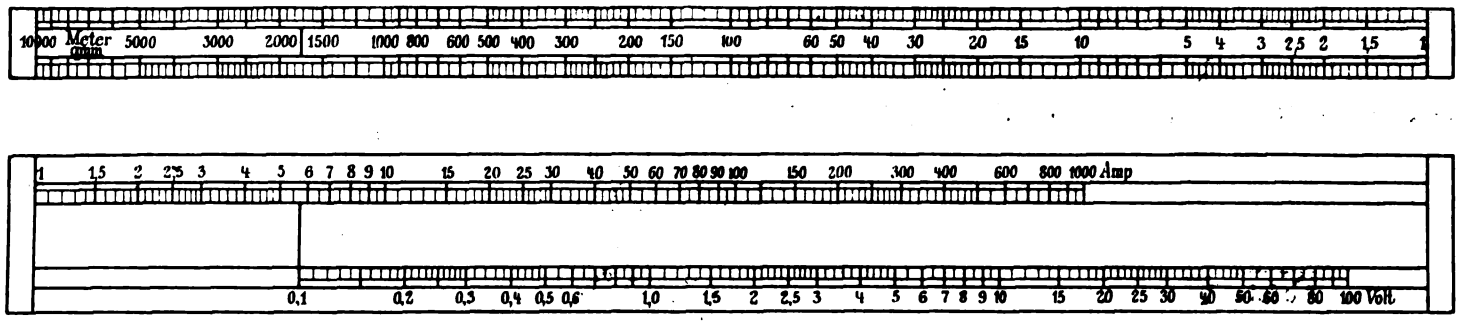


Abb. 2. Schieber zur Berechnung elastischer Leitungen.

diesem Leitungsschieber ohne weiteres vornehmen, und zwar ohne die bei Herrn Opacki erforderlichen Multiplikationen und Divisionen, die immerhin noch eine Fehlerquelle darstellen.

Sobald die Belastung im Wechselstrom oder Drehstromnetz induktiv ist, also mit einer Phasenverschiebung gerechnet werden muß, ist es erforderlich, den Ohmschen Spannungsabfall mit der Betriebsspannung in rechnerischen Zusammenhang zu bringen, was lediglich mit Hilfe der Tabellen oder Kurven bezw. des Leitungsschiebers nicht möglich ist. Ich halte es für angebracht, bei induktiver Belastung nicht mehr vom Spannungsabfall zu reden, sondern vom Unterschied zwischen primärer und sekundärer Spannung (Spannungsunterschied). Der Ohmsche Spannungsabfall, d. h. das Produkt aus Leitungswiderstand und Stromstärke ist vollkommen unabhängig von der Phasenverschiebung; dagegen stehen primäre Spannung, sekundäre Spannung und Ohmscher Spannungsabfall in einem Verhältnis, das durch den $\cos\varphi$ beeinflußt wird. Nach der Annahme von Opacki würde bei konstantem Ohmschen Spannungsabfall und zunehmender Phasenverschiebung eine Vergrößerung des Spannungsunterschiedes eintreten. Tatsächlich ist aber das Gegenteil der Fall, wie aus dem Spannungsdiagramm nach Abb. 3 für Wechselstrom

Abb. 3. Spannungsdiagramm.

ohne weiteres ersichtlich ist. Dieses Diagramm, welches die Selbstinduktion und die gegenseitige Induktion nicht berücksichtigt, gilt selbstverständlich auch für Drehstrom, sofern nur die zusammenfallenden Komponenten der verketteten Ströme und Spannungen und entsprechend der Zerlegung des Dreiphasensystems in 3 Einphasensysteme nur die einfache Länge und der Strom pro Leiter in Rechnung gesetzt werden. Es seien:

E_1 die Spannung zwischen 2 Leitungen am Anfang (Primär-Sp.),
E_2 die Spannung zwischen 2 Leitungen am Ende (Sek.-Sp.),
$\cos\varphi$ der Leistungsfaktor,
kW die zu übertragende Leistung am Ende der Leitung,
r der Ohmsche Widerstand der Leitung.

Die Spannungskomponente im verketteten Drehstromnetz, die mit dem im Leiter fließenden Strom zusammenfällt, ist $\frac{E_2}{\sqrt{3}}$ und die Stromstärke J pro Leiter ist $\frac{kW}{\cos\varphi \cdot \sqrt{3} \cdot E_2}$.

Das Spannungsdiagramm für Einphasen-Wechselstrom zeigt nun folgendes:

Der Ohmsche Spannungsverlust fällt stets, also auch bei induktiver Belastung, in die gleiche Richtung wie der Strom, d. h. er bleibt um den Winkel φ hinter der sekundären Spannung zurück. Je größer die Phasenverschiebung bei gleichbleibendem Ohmschen Spannungsabfall und gleicher Sekundärspannung wird, desto kleiner wird die Primärspannung E_1.

Legt man z. B., wie es normalerweise bei der Berechnung eines Leitungsnetzes mit verschiedenen Leitungsstrecken auch der Fall ist, einen ganz bestimmten zulässigen Spannungsunterschied zu Grunde, d. h. E_1 und E_2 sind gegeben und bleiben konstant, so kann bei gleichen Leitungsstrecken, die den gleichen Strom mit verschieden großer Phasenverschiebung führen (gleiche kVA-Belastung), für die Leitungsstrecke mit der größten Phasenverschiebung der größte Leitungswiderstand zugelassen werden, bezw. umgekehrt bei gleichem Leitungswiderstand kann die Strombelastung für die Leitung mit der größten Phasenverschiebung am größten gewählt werden. Wie bereits erwähnt, gilt diese Betrachtung jedoch nur ohne Berücksichtigung von Selbstinduktion und gegenseitiger Induktion. Inwiefern der hierdurch bedingte Spannungsunterschied die vorliegenden Betrachtungen ändert, gehört nicht hierher.

Daß sich bei gleichem Spannungsunterschied die zulässige Länge der Leitung bezw. die zulässige Stromstärke nicht proportional mit dem $\cos\varphi$ ändert, geht aus der aus dem Spannungsdiagramm entwickelten Formel für $\cos\varphi$ hervor:

$$(E_2 + J \cdot r \cdot \cos\varphi)^2 + (J \cdot r \cdot \sin\varphi)^2 = E_1^2$$

$$E_2^2 + 2E_2 \cdot J \cdot r \cdot \cos\varphi + (J^2 \cdot r^2 \cdot \cos^2\varphi + J^2 \cdot r^2 \cdot \sin^2\varphi) = E_1^2$$

$$E_2^2 + 2E_2 \cdot J \cdot r \cdot \cos\varphi + J^2 r^2 = E_1^2$$

$$\cos\varphi = \frac{(E_1^2 - E_2^2) - J^2 \cdot r^2}{2E_2 \cdot J \cdot r}.$$

Diese Formel zeigt, daß entgegen den Ausführungen von Opacki die Phasenverschiebung zur Bestimmung des Spannungsunterschiedes ohne Berücksichtigung von sekundärer und primärer Spannung nicht ausreicht. Bei einer bestimmten Phasenverschiebung ist der Faktor, mit dem die dem $\cos\varphi = 1$ entsprechende Stromstärke multipliziert werden muß, um einen gewollten, gleichbleibenden Spannungsunterschied bei verschiedenen Spannungen zu erreichen, keine konstante Zahl, und es ist ein Fehler, wenn Opacki sagt, daß die aus seinen Tabellen für einen bestimmten Spannungsverlust entnommenen Querschnitte bei induktiver Belastung durch $\cos\varphi$ zu dividieren oder die Stromstärke und Entfernungen mit $\cos\varphi$ zu multiplizieren sind.

Betrachten wir u. a. das von ihm angezogene Beispiel 10 und erweitern die gestellten Bedingungen dahin, daß die Spannung am Ende der 1500 m langen Einphasenleitung 1000 V betragen soll, so würde sich nach der Berechnung von Opacki bei 16 mm² Kupferquerschnitt, 35 A Belastung und $\cos\varphi = 0{,}7$ ($\varphi = \text{rd } 45^0$) eine erforderliche Primärspannung von $1000 + 165 = 1165$ V ergeben. Nach der Berechnung an Hand des vorerwähnten Diagramms ergibt sich aber ohne weiteres, daß die Primärspannung betragen muß:

$$E_1 = \sqrt{\left(E_2 + \frac{115{,}5}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{115{,}5}{\sqrt{2}}\right)^2} = \text{rd } 1090 \text{ V}.$$

Nach Opacki beträgt der Spannungsunterschied rd 14,2 %, während er in Wirklichkeit nur etwa 8,3 % ausmacht. Bei einer Sekundärspannung von 2000 V würde sich nach Opacki eine Primärspannung von 2165 V ergeben, während in Wirklichkeit nur 2087 V nötig sind, bezw. es beträgt der Spannungsunterschied nach Opacki 7,7 %, tatsächlich jedoch nur 4,2 %. Dies Beispiel zeigt, daß die Fehler nach den Tabellen von Opacki bei induktiver Belastung nicht unerheblich sind.

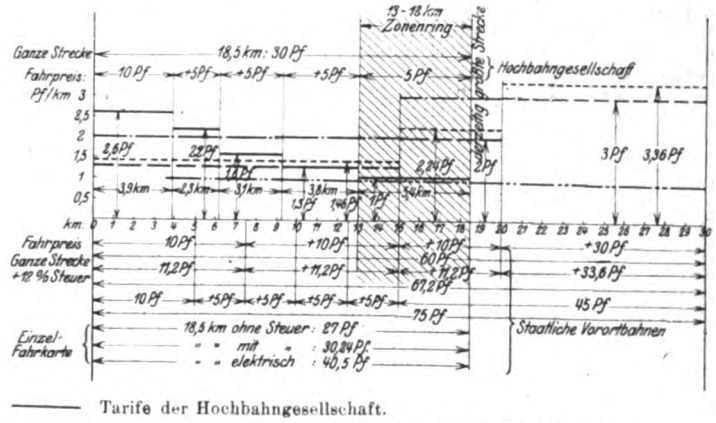
Brade.

Bahnen und Fahrzeuge.

Tarifvorschläge für Nahverkehrsmittel.

Im rechten Augenblick erscheint die kleine vom Verkehrstechniker des Verbandes Groß-Berlin, Prof. Giese, verfaßte Schrift über den kommenden Personentarif für die Nahverkehrsmittel Groß-Berlins, da nach Notizen in den Tagesblättern anfangs Juni der preußische Verkehrsminister seine neuen Tarifpläne bereits dem Landeseisenbahnrat vorgelegt haben soll. Der Verfasser sieht es als seine Aufgabe an, aus den Verhandlungen des Reichstages über die „unangenehmste aller Steuervorlagen" die Entschließung desselben zu unterstreichen, „den Herrn Reichskanzler zu ersuchen, darauf hinzuwirken, daß bei den aus Anlaß des Verkehrssteuergesetzes bevorstehenden Tarifänderungen die Außenansiedlung der städtischen und gewerblichen Bevölkerung in Kleinhäusern mit Gärten und Land in den Zonen weiträumiger Bebauung durch die Höhe und Gestaltung der Tarife im Nahverkehr besonders begünstigt wird." Dieser Forderung gerecht zu werden, bedingt aber nicht allein, Tarifänderungen bei Fern- und Vorortbahnen getrennt zu behandeln, sondern „die Mängel in der vorhandenen Tarifgestaltung aufzudecken und die Grundsätze für ihre Verbesserung festzulegen".

Verfasser geht daraufhin die bestehenden Tarife prüfend durch, spricht dem allgemeinen Einheitstarif mit mäßigem Einheitssatz bei den Straßenbahnen das Wort, weist darauf hin, wie die Tarife der Pferde- und Autoomnibusse im allgemeinen den Straßenbahntarifen anzupassen seien, und geht insbesondere auf die Tarifgestaltung der Stadtschnellbahnen und der staatlichen Vorort-, Stadt- und Ringbahnen ein. Das Tarifsystem der Schnellbahnen wird



Tarife der Hochbahngesellschaft.
Einfache Fahrkarte der Vorortbahnen III. Kl. ohne Steuer.
mit Steuer.
bei elektrischem Betrieb.
Monatskarte III. Kl. auf Vorortbahnen.

Abb. 4. Hochbahn- und Vorortarif.

als „nicht nur wirtschaftlich, sondern auch als siedlungsfreundlich" bezeichnet, denn es ist „ein Tarifsystem mit fallender Skala" bei zunehmender Entfernung vom Stadtinnern. Hiergegen sind die Fahrpreise der staatlichen Vorortbahnen als „Tarifsystem mit steigender Skala" ausgebaut, das an sich „als siedelungs- und ausflugsfeindlich" anzusprechen ist. Abgeschwächt wird seine Wirkung nur durch den zweckmäßigeren Aufbau des 'Monatskartentarifs, der bei den Stadtschnellbahnen fehlt; dieser stellt sich aber mit zunehmender Entfernung nicht so günstig, als in Abb. 4 auf Seite 13 dargestellt ist; der Tarif fällt von 1 Pf/km bei 10 km Streckenlänge nicht auf 0,6 Pf/km, sondern tatsächlich nur auf 0,88 Pf/km. Mit diesem Vergünstigungstarif bietet die Staatsbahn aber nur das, was die Hochbahn sogar im Einzelfahrkartentarif über 13 km Streckenlänge nur fordert, wiewohl sie elektrisch betrieben wird. In diesem Fall aber beabsichtigt die Staatsbahn ihren Monatskartentarif nicht unerheblich zu erhöhen, was auf Seite 19/20 mit Recht als unbillig Groß-Berlin gegenüber im Vergleich zu anderen Bahnstrecken der Staatsbahnverwaltung bezeichnet wird.

Die entgegengesetzt aufgebauten Tarifsysteme der Hochbahn und der staatlichen

Digitized by Google

Vorortbahnen sind aus Abb. 4 zu entnehmen, und es ist bezeichnend, wie wirtschaftlich günstig die Tarife der Stadtschnellbahnen für die Aufschließung des 13 bis 18 km-Zonenringes in Groß-Berlin liegen, in welchem insbesondere derartige Verkehrsanlagen im Anschluß an bestehende zu schaffen sind. Sie haben die gleiche Höhe wie die Vergünstigungstarife der staatlichen Vorortbahnen und sind im Vergleich zu Straßenbahnen jeglicher Art steuerfrei. A. Przygode.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Elektrotechnische Ausstellung in Japan.

Die Vereinigung von elektrotechnischen Firmen in Tokio wird in der Zeit vom 20. III. bis 20. V. 1918 in Tokio eine Ausstellung elektrotechnischer Gegenstände und Apparate veranstalten, die zur Förderung der Elektrizitätsindustrie im allgemeinen dienen soll.

Verschiedenes.

Deutsches Museum.

Das Deutsche Museum versendet eine Denkschrift über den in Aussicht genommenen Bibliothekbau, welcher eine wichtige und unerläßliche Ergänzung des Sammlungsgebäudes bilden soll. Neben seiner Hauptaufgabe, die Büchersammlung aufzunehmen, sollen in dem Gebäude Vortragssäle untergebracht werden, welche die Möglichkeit bieten, die reichen Schätze an Modellen und Versuchsanordnungen zu Vorträgen für Studierende, Kongresse usw. zu benutzen. Für diese Vorträge werden auch Lichtbilder und wissenschaftlich-technische Filmaufnahmen, für deren Sammlung gleichfalls besondere Räume vorgesehen sind, herangezogen werden. Außer der eigentlichen Büchersammlung wird auch eine Plansammlung über Apparate, Instrumente, Maschinen, Tief- und Hochbauten, Elektrizitätswerke usw. eingerichtet werden, weiter eine Urkundensammlung, ein Phonogrammarchiv, eine Bildnissammlung und eine Denkmünzensammlung. Die Kosten des Bibliothekbaues, der in allen Einzelheiten im Entwurf fertig vorliegt, werden auf 6 Mill. M geschätzt. Die Mittel sollen wiederum durch freiwillige Spenden aus den Kreisen der Industrie aufgebracht werden. Den Anfang hat die Firma Krupp mit einer Spende von 0,5 Mill. M gemacht.

Ein verhetzter Neutraler.

Im Anschluß an unsere Mitteilung auf S. 10 der „ETZ" 1918 über die Firma H. Cuénod, Genf, geht uns nachfolgende Zuschrift zu, welche zeigt, in welche Verlegenheit die Besitzer von Thury-Reglern gebracht worden sind. Vor dem Ankauf der Fabrikate dieser Firma muß daher für die Zukunft dringend gewarnt werden. Unser Gewährsmann schreibt:

„Wir haben vor dem Kriege eine größere Anzahl Schnellregler usw., System Thury, bezogen und bedurften im März 1916 für die zugehörigen Motoren einiger Kohlen. Die Lieferung wurde uns von der Firma Cuénod verweigert bzw. davon abhängig gemacht, daß wir die deutsche Behörde veranlassen sollten, eine von der Firma Cuénod geforderte Ausfuhrerlaubnis nach der Schweiz zu erteilen. Später lehnte dann die Firma die Lieferung endgültig ab. Auch die Controller, G. m. b. H., Düsseldorf, die langjährige Vertreterin der Firma Cuénod, erhielt keine Ersatzlieferungen für im Betriebe befindliche Apparate des Systems Thury. Trotz dringender Vorstellung wurden die Lieferungen abgelehnt. Hier schrieb die Firma Cuénod, daß sie von dem Endsieg der Entente so fest überzeugt sei, daß sie es nicht nötig hätte, noch Geschäfte mit deutschen Häusern abzuschließen."

RECHTSPFLEGE.

Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.

Verlängerung der Zahlungsfrist von Patentgebühren in Schweden[1]).

Durch königliche Verordnung vom 7. XII 1917 wird bestimmt: Patentinhaber, die außerhalb Schwedens wohnhaft sind, genießen, wenn die Frist für die Entrichtung einer erhöhten Gebühr, wie sie in § 11 der Patentverordnung vom 16. V. 1884 vorgeschrieben ist, während des Jahres 1918 abläuft, Stundung der Entrichtung der Gebühr während dreier Kalendermonate, gerechnet von dem Tage ab, an dem die Gebühr nach der bezeichneten Verordnungsklasse spätestens hätte entrichtet sein sollen. Die Verordnung tritt am 1. I. 1918 in Kraft.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 29.

Abänderung des Patentgesetzes in Belgien.

Durch eine Verordnung des deutschen Generalgouverneurs in Belgien vom 29. XI. 1917 ist das belgische Patentgesetz vom 24. V. 1854 in einigen Punkten geändert worden. Insbesondere wird bestimmt, daß die Beschreibungen in niederländischer Sprache abgefaßt sein müssen, wenn der Erfinder seinen gesetzlichen Wohnsitz im flämischem Verwaltungsgebiet hat, und in einer der in Belgien gebrauchten Sprachen, wenn er im wallonischen Verwaltungsgebiet ansäßig ist. Einer Beschreibung in einer anderen als der niederländischen Sprache muß eine Übersetzung in dieser Sprache beigefügt werden, falls der Erfinder seinen gesetzlichen Wohnsitz nicht in Belgien hat.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Sitzung

am Dienstag, den 18. Dezember, abends ½8 Uhr

im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure, Sommerstr. 4a.

Vorsitzender: Herr Geheimrat Strecker. Anwesend etwa 150 Mitglieder und 15 Gäste.

Vorsitzender: Ich eröffne die Sitzung. Sind Einwendungen gegen den vorigen Sitzungsbericht[1]) zu machen? Dies scheint nicht der Fall. Das Protokoll gilt daher als festgestellt.

Gegen die in der letzten Sitzung ausgelegten Neuanmeldungen sind Einsprüche nicht erhoben worden; die damals Angemeldeten sind daher als Mitglieder aufgenommen.

9 Neuanmeldungen sind eingegangen, dieselben liegen hier aus.

Wie erinnerlich sein wird, ist im Anschluß an den in der April-Sitzung gehaltenen Vortrag des Herrn Prof. Ruppel „Der Blitzableiter im Plan des Gebäudes" ein gemischter „Ausschuß für Blitzableiterbau" (A B B) eingesetzt worden[2]), zu dem der Verband Deutscher Elektrotechniker, der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern, der Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, der Berliner Architekten-Verein und der Elektrotechnische Verein je ein Mitglied ernannt haben. Der A B B hat inzwischen zwei Sitzungen abgehalten und sich hierbei mit der Ausarbeitung von Richtlinien über die Herstellung und Auswechslung von Blitzableitern für die Dauer der Kriegsverhältnisse beschäftigt. Maßgebend für die Ausarbeitung dieser Richtlinien war hauptsächlich der Umstand, daß die zahlreichen noch vorhandenen Kupfer-Blitzableiter jetzt beschlagnahmt sind und gegen eiserne Blitzableiter ausgewechselt werden müssen. Im vaterländischen Interesse muß diese Auswechslung mit möglichst geringem Aufwand an Baustoffen und Arbeitskräften erfolgen. Dem kann dadurch Rechnung getragen werden, daß die im Gebäude ohnehin vorhandenen Metallteile in weitgehendem Maße für die Blitzableitung nutzbar gemacht werden. Die neuen Richtlinien liegen jetzt im Druck vor und sind in großem Umfange an Behörden und andere Interessenten versandt worden. Eine Anzahl liegt hier aus und steht den Herren zur Verfügung. Diese Richtlinien sind nur als ein Rat anzusehen, dessen Befolgung im freien Ermessen liegt. Der A B B hat die Richtlinien unserem Verein zur Stellungnahme vorgelegt; der Vorstand hat sie dem Ausschuß überwiesen, und Sie werden in der nächsten Sitzung den Bericht des Ausschusses hören.

Wird hierzu noch das Wort gewünscht? Wenn dies nicht der Fall ist, so kommen wir zum nächsten Punkt der Tagesordnung, und ich erteile das Wort Herrn Professor Boruttau zu seinem Vortrag: „Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage."

Bericht.

Der Vortragende knüpft an einen Vortrag an, den Herr Alvensleben im Oktober 1914 im Elektrotechnischen Verein über das gleiche Thema gehalten hat[3]). Dieser ist aus dem Studium von Unfallakten und aus den Ergebnissen seiner Revisionen zu der Überzeugung gekommen, daß die Angabe von Prévost und Battelli (1899) zutrifft, wonach in der Mehrzahl der Unfälle der Tod durch Erzeugung von Herzkammerflimmern und dadurch bedingtes Aufhören des Blutkreislaufs zustande kommt. Frühere Autoren hatten den Tod vorwiegend durch Lähmung des Zentralnervensystems, insbesondere Hemmung der Atmung zu erklären gesucht, und der jetzige Hauptvertreter der „Wiener elektropathologischen Schule", Jellinek, sieht noch heute diesen Mechanismus des Starkstromtodes als überwiegend an, erklärt im übrigen die Reaktion des menschlichen Organismus auf die Durchströmung für außerordentlich wechselnd und im Einzelfalle unberechenbar; er hält den Tod durch Elektrizität in der Regel für einen Scheintod, derart, daß Wiederbelebung durch möglichst frühzeitig eingeleitete und möglichst lange fortgesetzte künstliche Atmung aussichtsreich erscheine. Die Bedeutung des Herzkammerflimmerns will er sehr eingeschränkt wissen, obwohl er in eigenen Tierversuchen sich von ihr überzeugt hat oder hätte überzeugen müssen, ja sogar die Errettung vom Herztod zum Gegenstand guter Experimentaluntersuchungen gemacht hat.

Der Vortragende setzt unter kurzem Eingehen auf Wesen und Bedeutung der normalen Herztätigkeit auseinander, was man unter Herzflimmern versteht, und zeigt, daß insbesondere das schnelle und ungeordnete Arbeiten der Muskelzellen der Herzkammerwand den Blutkreislauf sofort aufhebt und natürliche wie künstliche Atembewegungen hinsichtlich der Sauerstoffversorgung der Gewebe unwirksam macht, somit unweigerlich zum Tode führen muß, wenn nicht die geordneten Zusammenziehungen wiedereinsetzen. Solches Kammerflimmern wird durch jeden elektrischen Strom bewirkt, welcher ein Wirbeltierherz in genügender Dichte selbst während einer kurzen Zeitspanne durchfließt; es macht bei manchen kleinen Säugetieren nach Stromöffnung von selbst normaler rhythmischer Kammertätigkeit Platz, leider aber niemals oder ganz selten bei größeren Säugetieren (zu denen auch der Mensch gehört). Maßgebend für die Flimmergefahr ist die das Herz treffende elektrische Arbeit. Am gefährlichsten sind gerade die üblichen mittleren und niederen Spannungen zwischen 100 und 500 V und die üblichen Frequenzen um 50, wenn Hauptstromzweige das Herz passieren und die Übergangswiderstände an Stromaus- und -eintrittsstellen derart sind, daß Stromstärken von etwa 0,5 Ampere bei Gleichstrom und 0,1 Ampere bei Wechselstrom zustandekommen; die Durchströmungsdauer braucht dabei nur einen Teil einer Sekunde zu betragen. Bei besonders kleinem Körperwiderstand und wahrscheinlich bei gewissen krankhaften Veranlagungen ist das Herz durch noch kleinere Effekte (Stromstärken bis herab zu 20 mA) gefährdet. Der Vortragende hat ein amtliches Material von 1190 elektrischen Unfällen im Deutschen Reich seit 1906 genau durchgearbeitet und Ergebnisse erhalten, welche die Richtigkeit der Auffassung nach Prévost und Battelli dartun: Von den tödlich verlaufenen und für die Betrachtung verwertbaren Unfällen war bei der ganz überwiegenden Zahl einwandfrei nachzuweisen, daß Hauptanteile des Stromes durch das Herz, nicht aber durch das Zentralnervensystem gegangen waren. Die Hilfeleistung durch künstliche Atmung, auch stundenlang fortgesetzt und mit Apparaten und Sauerstoff unterstützt, erwies sich, wo der Strom das Herz passiert hatte, so gut wie immer als nutzlos.

Damit ist aber nicht gesagt, daß beim Starkstromunfall keine künstliche Atmung eingeleitet werden soll; im Gegenteil, sie ist notwendige Vorbedingung aller Bestrebungen, das flimmernde Herz wieder zu normaler rhythmischer Tätigkeit zu bringen. Der Vortragende geht auf die bisherigen Versuche in letzterer Hinsicht genauer ein, berichtet über seine bisherigen Ergebnisse, das Instrumentarium und die Anweisungen, die danach z. Zt. angegeben werden können. Er hält Mittel für weitere Forschungen in dieser Richtung für dringend notwendig, besonders in Hinsicht auf die Erforschung der Möglichkeit, durch elektrische Ströme das flimmernde oder völlig stillstehende Herz zu normaler Tätigkeit zu bringen, — wie es im Tierversuch Battelli bereits vor Jahren geglückt ist. Die Ansicht, daß der Starkstromtod meistens zunächst nur ein Scheintod sei, ist aufs schärfste zu bekämpfen, nicht nur als unrichtig sondern als gefährlich, weil geeignet, jetzt noch falsche Hoffnungen zu stützen und dem Leichtsinn eine Handhabe zu bieten, der

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 589.

[2]) Vgl. Bericht über die Sitzung am 22. V. 1917, „ETZ" 1917, Heft 26, S. 351.

[3]) „ETZ" 1915, S. 381, 398, 433.

Digitized by Google

leider bei den elektrischen Unfällen eine ebenso große wie traurige Rolle spielt.

An der Erörterung beteiligten sich die Herren Müller, Gildemeister, Alvensleben, Meyer, Kloß und der Vortragende. Vortrag und Erörterung werden in einem späteren Heft der „ETZ" abgedruckt werden.

Vorsitzender: Das Wort wird nicht mehr gewünscht. Vielleicht interessiert es Herrn Prof. Boruttau zu hören, daß Artemieff sein Schutzkleid in Berlin erfunden hat. Er hat es unserem Verein vorgeführt[1]), ich habe selbst gesehen, daß er Lichtbögen von größerer Höhe gezogen und den Strom durch das Schutzgewand an seinem Körper vorbeigeleitet hat. Es waren sehr eindrucksvolle Versuche, die aber sonst keine Bedeutung haben für die Frage der Unfälle. Für den gewöhnlichen Monteur war das Gewand nicht geeignet, auch schon, weil es zu teuer war.

Wir haben heut viel von der Unterstützung weitergehender Versuche und Forschungen durch die Technik gesprochen, und auch Herr Prof. Boruttau hat Hilfe von der Technik verlangt. Ich möchte versuchen, das heute zutage getretene Interesse festzuhalten. Man soll eine solche Berührung nicht ungenützt vorübergehen lassen; wir wollen nicht versäumen, gleich heute einen Haken einzuschlagen, an dem man die Angelegenheit aufhängen kann. Es ist vielleicht im Augenblick noch zu früh, unserer Bestrebung schon formulierten Ausdruck zu geben, aber vielleicht ist Herr Prof. Boruttau so freundlich, bestimmte Anträge an uns zu richten. Der Elektrotechnische Verein ist durchaus in der Lage und bereit, mit medizinischen Sachverständigen in Verbindung zu treten. Ich habe heute Abend Bericht erstattet über eine Arbeit, die wir gemeinschaftlich mit den Architekten und den Gas- und Wasserfachmännern unternommen haben in Fragen des Blitzableiterbaues. So können wir natürlich auch in Verbindung treten mit einer medizinischen Gesellschaft und einen gemeinschaftlichen Ausschuß einsetzen, in dem sich die Sachverständigen über die Fragen unterhalten, und wo bestimmte Vorschläge formuliert werden, die der Verein in irgend einer Art ins Werk setzt. Ebenso liegt es mit der Frage, wie gewinnt man Beiträge aus der Technik. Das ist auch am besten durch Mitwirkung des Vereins zu machen, denn der Verein kann mit anderem Nachdruck auftreten und mit größerem Erfolg die Mittel, die die Technik wahrscheinlich sehr gern geben wird, flüssig machen. Man kann dann bestimmte Vorschläge über die Art der Verwendung machen. Die Angelegenheit gehört vielleicht noch mehr vor den Verband Deutscher Elektrotechniker, der sich mit den Sicherheitsvorschriften beschäftigt, aber es spielt ja keine Rolle, wer die Arbeit in Angriff nimmt, wenn man nur der Sache nutzt; der Verband würde natürlich zur Mitarbeit aufgefordert werden.

Zum Schlusse bleibt mir nur übrig, Herrn Prof. Boruttau für seinen nicht nur interessanten, sondern für uns hervorragend wichtigen Vortrag den herzlichen Dank des Vereins auszusprechen.

Ich schließe die Sitzung.

Der Generalsekretär
L. Schüler.

Neuanmeldungen.

Felderhoff, Ludwig, Elektroingenieur, Charlottenburg.
Fischer, Ernst, Ingenieur, Berlin.
Gaus, Emil, Ingenieur, Berlin.
Missbach, E. G., Ingenieur, Berlin.
Namysl, Evarist, Elektroingenieur, Charlottenburg.
Poschenrieder, Karl, Diplomingenieur, Charlottenburg.
Rust, Alexander, Ingenieur, Berlin.
Schneider, Johannes, Ingenieur, Berlin-Siemensstadt.
Wachsmuth, Hans, Elektroingenieur, z. Zt. im Felde.

Herren, die dem Elektrotechnischen Verein beizutreten wünschen, wollen sich an die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin, Königgrätzerstr. 106, wenden.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. Dem Konstruktionsingenieur Rambuscheck an der Technischen Hochschule zu Berlin wurde der Professortitel verliehen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1903, S. 210.

Th. Strohfeldt †. Am 30. Dezember v. Js. starb in Würzburg der Direktor des dortigen Städtischen Elektrizitätswerkes, Theodor Strohfeldt, im Alter von 60 Jahren. Der Verstorbene war von 1882 bis 1885 bei Siemens & Halske und von 1885 bis 1909 in der Elektrizitäts-A.G. vormals Schuckert & Co., Nürnberg, tätig.; von dort siedelte er nach Würzburg über.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der elektrische Pflug auf der Herrschaft Detenitz der landwirtschaftlichen Überlandzentrale Liban. Von Dr. H. Wirth, Akademieprofessor und Vorstand der Versuchs- und Prüfungsanstalt für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte an der deutschen kgl. böhmischen landw. Akademie in Tetschen-Liebwerd. (Archiv für Land- und Forstwirtschaft, Bd. 56.) Mit Abbildungen. 36 S. in gr. 8°. Kommissionsverlag von Wilh. Frick G. m. b. H. Wien 1916. Zu beziehen durch Hugo H. Hitschmanns Journalverlag, Wien. Preis 3,30 K.

Unter dieser Überschrift hat Dr. Heinrich Wirth, Professor an der deutschen kgl. böhmischen landwirtschaftlichen Akademie in Tetschen-Liebwerd eine Abhandlung herausgegeben, die sich zwar im wesentlichen nur mit den Betriebserfahrungen eines einzigen Pflugsatzes befaßt, aber in dem dadurch gezogenen engen Rahmen immerhin wertvolle Angaben bringt. Das Wichtigste davon soll deshalb hier wiedergegeben werden, wenngleich es sich dabei nur in geringem Maße um besondere elektrotechnische, dagegen vorzugsweise um wirtschaftliche Fragen handelt. Der Ankerwagen des in der Wirthschen Abhandlung beschriebenen und an die Herrschaft Detenitz bei Liban in Böhmen von den Firmen Meyer & Co. in Duisburg (mechanischer Teil) und den Bergmann-Werken in Berlin (elektrischer Teil) gelieferten Einmaschinen-Pflugsatzes besitzt eiserne, am Umfang geschärfte Ankerscheiben, die zum Pflügen an den Laufrädern des Ankerwagens derart angebracht werden, daß sie in den Erdboden eindringen und während des Vorrückens auf dem Felde im Eingriff bleiben. Für das Fortbewegen des Ankerwagens auf der Straße müssen die Ankerscheiben natürlich abgenommen werden. Die Wirthsche Schrift enthält in ihrer Beschreibung des in Detenitz verwendeten Elektropfluges nähere Einzelheiten über die Ausrüstung, die Gewichte, die Bedienung, die auftretenden Zugkräfte usw. und erläutert sie durch eine Reihe guter Abbildungen.

Besondere Beachtung verdienen außerdem die Abschnitte mit den Überschriften: „Die Gründe für die Beschaffung des elektrischen Pfluges ...", „Anlage und Betriebskosten", „Ackerzeit 1913/14", „Ackerungsversuche mit dem elektrischen Pfluge", „Vergleiche des elektrischen Pfluges mit einem Dampfpfluge auf die technische Wirtschaftlichkeit", „Ackerungskosten der verschiedenen Kraftpflüge" und „Schlußbemerkung über das Arbeitsgebiet der verschiedenen Kraftpflüge".

Einige Bemerkungen der Einleitung auf S. 2 und 3 veranlassen den Berichterstatter zu folgenden Einwendungen und Ergänzungen. Der Satz: „Der Strom zum Pflügen wird von den Überlandzentralen billig hergegeben werden können, weil dieses vornehmlich in den Sommer- und Herbstmonaten und nur tagsüber vor sich geht" steht im Widerspruch zu der Tatsache, daß dort, wo es die Witterungsverhältnisse gestatten, vielfach im Dezember noch gepflügt wird, wie ja u. a. aus den Angaben auf S. 21 hervorgeht.

Die weitere Bemerkung, daß das Zweimaschinensystem wegen der langen beweglichen Kabel (gegenüber dem Einmaschinensystem) etwas umständlich sei, ist nur unter der Voraussetzung richtig, daß beide Windewagen an einen einzigen Transformator angeschlossen werden, so daß dem einen jener Wagen der Strom allerdings durch ein entsprechendes längeres Kabel über die ganze Feldbreite zugeführt werden muß. In Wirklichkeit aber verwendet man für jeden Windewagen einen besonderen Transformator und erhöht dadurch die Beweglichkeit des Zweimaschinensystems. Freilich erhöhen sich dadurch auch die Freileitungskosten, und das ist meistens der Grund für die Bevorzugung des Einmaschinensystems, sofern die Gelände- und Bodenverhältnisse dessen Anwendung überhaupt zulassen.

Aus dem weiteren Inhalt der Abhandlung seien noch einige bemerkenswerte Punkte hervorgehoben. Auf S. 6 ist darauf hingewiesen, daß den Erwartungen entsprechend nach Einführung des Elektropfluges die Gespannhaltung um 23 Paar Ochsen vermindert werden konnte, was von großer Bedeutung für den Landwirt ist.

Gegen die Feststellung der Anlagekosten auf S. 16 läßt sich der Einwand erheben, daß es nicht gut angängig ist, von dem Anschaffungspreis der Motoren den Erlös für die verkauften Lokomobilen abzuziehen. Das gibt ein unrichtiges Bild, kommt aber hier nicht in Betracht, weil diese Methode nicht auf den Pflug, sondern auf andere Teile der gesamten Anlage angewendet wird.

Sehr wertvoll sind die Berechnungen der Ackerungskosten mit dem elektrischen Pfluge und mit gemieteten Dampfpflügen. Die ersteren betrugen etwa 32,25 M je 1 ha. Das erscheint nach den bisherigen Annahmen ziemlich hoch, erklärt sich aber ohne weiteres aus dem schweren Boden und der tiefen Furche und aus der Erfahrung, daß im ersten Betriebsjahre die Kosten im allgemeinen höher sind als später, wenn das Bedienungspersonal besser eingerichtet ist. Immerhin sind auch in diesem Falle die Kosten des elektrischen Pflügens niedriger als diejenigen mit gemieteten Dampfpflügen in den Jahren 1903/04 bis 1910/11, die zwischen 33,53 M und 43,18 M für 1 ha schwanken. Diese Schwankungen sind entstanden aus den verschiedenen Mietssätzen, deren niedrigster 25,20 M und deren höchster 36,40 M für 1 ha beträgt, aus dem veränderlichen Kohlenpreis, der zwischen 1,40 M und 1,90 M für 100 kg schwankt und aus dem Kohlenverbrauch, der z. B. im Jahre 1903/04 340 kg und 1906/07 890 kg für 1 ha betrug. Gerade die letzten beiden Zahlen lassen einen sehr erheblichen Unterschied erkennen, der wahrscheinlich auf Verschiedenheiten der Kohlensorten und der Sorgfalt beim Heizen zurückzuführen ist. Derartige gewaltige Unterschiede unter sonst gleichen Bodenverhältnissen sind bei der Verwendung elektrischen Stromes so gut wie ausgeschlossen.

Den Schlußfolgerungen, zu denen der Verfasser der Abhandlung aus den Ergebnissen seiner vergleichenden Kostenberechnungen des Pflügens mit dem Elektropflug und dem Motorpflug bzw. des Arbeitsgebietes dieser verschiedenen Kraftpflugarten kommt, ist vorbehaltlos zuzustimmen.

Da auch sonst die Abhandlung sehr wertvolles Zahlen- und Beobachtungsmaterial enthält, sei sie der Beachtung aller, die mit elektrischen Pflügen als Lieferanten oder Benutzer zu tun haben, angelegentlichst empfohlen.

Schmidt.

Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. Von Prof. Dr. Th. Pöschl. Mit 102 Abb. VII u. 134 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis kart. 5,60 M.

Eine elementare Mechanik, entstanden aus Vorträgen zur Einführung von Fliegeroffizieren in den technischen Dienst, daher der auf den ersten Blick befremdende Zusatz zum Titel: „mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik". Schritt für Schritt in anschaulicher Darstellung, die durch klare Figuren unterstützt wird, unter Beschränkung auf ein geringes Maß von Fachausdrücken und nur mit ganz elementaren mathematischen Hilfsmitteln — so bringt das kleine Buch in zwangloser Form die zum Verständnis anderer technischer Lehrstoffe unentbehrlichen Grundlagen aus der Bewegungslehre, die bis zur Kinematik des Kurbelgetriebes behandelt wird, der Statik, in welcher der Verfasser die Schwierigkeiten einer leichtfaßlichen Darstellung der graphischen und rechnerischen Behandlung von Stabverbindungen und der Reibungsgesetze erfolgreich überwindet, und der Dynamik, der Massenkräfte sowie der Begriffe Arbeit und Leistung. Die zahlreichen Beispiele sind ziffernmäßig ausführlich durchgerechnet. Die Umformungen der verwendeten Gleichungen erfolgen Schritt für Schritt; besondere Sorgfalt wird, mit einer einzigen Ausnahme, der genauen Bezeichnung und eingehenden Erörterung der Dimensionen für die einzelnen Größen gewidmet. Daß sich in dem Werkchen nur wenige Versehen und Druckfehler finden, erhöht den Wert dieser vielseitigen Einführung in die Mechanik.

Everling.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Große Physiker. Von Prof. Dr. F. A. Schulze in Marburg a. L. Mit 6 Abb. IV und 115 S. in 16°. 2. Aufl. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1917. Preis geb. 1,50 M.

Digitized by Google

Grundlagen der Elektrotechnik. Von A. Rotth. Mit 74 Abb. V und 143 S. in 16°. 2. Aufl. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1917. Preis geb. 1.50 M.

Schweizerisches Exportadreßbuch. Mit Genehmigung des schweizerischen politischen Departements herausgegeben vom Schweizerischen Nachweisbureau für Bezug und Absatz von Waren in Zürich. Deutsche Ausgabe. 130 S. in 8°. Verlag von Max Adolf Jent. Genf 1917.

[Das Adreßbuch ist von einer unabhängigen Stelle herausgegeben worden und kann daher als zuverlässig gelten. Es enthält rd 2000 schweizerische Firmen mit etwa 5000 Fabrikationsartikeln und erscheint in Ausgaben in deutscher, englischer, französischer, italienischer, spanischer, und später auch in russischer Sprache. Der erste Teil enthält die Firmen in alphabetischer Reihenfolge, der zweite die Warengruppen, den Schluß bildet ein Stichwortverzeichnis. Das „Schweizerische Nachweisbureau für Bezug und Absatz von Waren" (Zürich, Börsenstraße 10), welches von der Bundesbehörde unterhalten wird, erteilt kostenlos Auskünfte über den Bezug und Absatz schweizerischer Erzeugnisse der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft sowie auch über den Bezug von solchen Rohstoffen und Waren aus dem Auslande, die in der Schweiz nicht oder nicht hinreichend zur Verfügung stehen.]

Jahrbuch der technischen Zeitschriften-Literatur (Technischer Index). Auskunft über Veröffentlichungen in in- und ausländischen technischen Zeitschriften nach Fachgebieten, mit technischem Zeitschriftenführer. Herausgegeben von Heinr. Rieser. Ausgabe 1917 für die Literatur des Jahres 1916. Verlag für Fachliteratur Ges. m. b. H. Berlin und Wien. 1917. Preis 5 M.

[Der nun vorliegende Jahrgang des technischen Literatur-Verzeichnisses ist bereits der vierte seit dem Entstehen des Unternehmens. Dieses kann demnach die Anfangsschwierigkeiten als überwunden ansehen. Das Buch ist in Österreich durch Erlaß des Handelsministers allen staatlichen technischen Ämtern und Anstalten zum fortlaufenden Bezuge empfohlen worden. Die Anordnung ist übersichtlich; ein nach Buchstaben geordnetes Stichwörterverzeichnis erleichtert das Aufsuchen der gewünschten Literatur.]

Fehlands Ingenieur-Kalender 1918. Für Maschinen- und Hütteningenieure herausgegeben von Prof. Fr. Freytag. 40. Jahrg. Zwei Teile. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 4.40 M. Brieftaschenausgabe in Kunstleder 5.60 M.

[In der vorliegenden Auflage ist der Abschnitt „Elastizität und Festigkeit" neu bearbeitet worden. Unter „Materialientabellen" wurden solche nahtloser, glattgezogener Stahlrohre, von Metallblechen sowie Abbildungen und Abmessungen normaler Formstücke für gußeiserne Rohrleitungen eingefügt. Die Vorschriften für Lieferungen von Eisen und Stahl sowie diejenigen für Lieferungen von Gußeisen sind ergänzt worden. Unter „Wärme und Wärmeerzeugung" ist eine Tabelle für die innere und äußere Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe aufgenommen worden. Die Seitenzahl des Kalenders mußte, den behördlichen Bestimmungen entsprechend, gegen das Vorjahr um etwa 25 % verringert werden, weshalb einige entbehrliche Abschnitte, insbesondere im II. Teil, fortgefallen sind.

Grundlagen der Fabrikorganisation. Von Dr.-Ing. Ewald Sachsenberg. 140 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917, Preis geb. 8 M.

Sonderabdrucke.

M. Wolfke: Über eine neue Quarzlampe. „Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft". 1917, S. 239.

Neue Zeitschriften.

Deutsche Export-Revue. Um sich beizeiten für die bevorstehende Wiederaufnahme des Exportgeschäfts zu rüsten, hat eine große Anzahl führender Industrieller den bisher in privaten Händen befindlichen Verlag „Deutsche Export Revue, G. m. b. H." käuflich erworben und beabsichtigt, das Unternehmen so auszubauen, daß es imstande ist, künftig für die Interessen der deutschen Industrie eine umfassende Weltpropoganda zu machen. Zu den Gesellschaftern bzw. Aufsichtsratsmitgliedern der Gesellschaft gehören u. a.: Kommerzienrat Friedrichs, Potsdam, Dr. Stresemann, Berlin, Geh. Kommerzienrat Lehmann, Dresden, Geh. Kommerzienrat Seligmann, Hannover, Konsul Waetge, Berlin, Kommerzienrat A. Francke, Berlin, Kommerzienrat Ventzki, Graudenz, Kommerzienrat Richter, Rudolstadt, Dr. Koehler für das Meßamt zu Leipzig, ferner die Firmen Robert Bosch A. G., Stuttgart, Carl Zeiß, Jena, Ludwig Loewe u. Co., Berlin, Mannesmann, Mulag, A. G., Aachen, Auergesellschaft, Berlin, Gebr. Stollwerk A. G. Köln, Ehrich u. Graetz, Berlin.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin.[1]) Nach dem Bericht über das am 31. VII. 1917 abgelaufene 15. Geschäftsjahr betrugen der Geschäftsgewinn 26,197 Mill. M (25,500 i. V.), die Handlungsunkosten der Zentralverwaltung 2,453 Mill. M (2,214 i. V.), Zinsen 6,677 Mill. M (6,705 i. V.), Abschreibungen 1,500 Mill. M (1,545 i. V.). Von dem sich ergebenden Überschuß von 15,879 Mill. M (15,310 i. V.) sollen 10 % Dividende auf das Stammkapital von 90 Mill. M (wie i. V.) gezahlt, 2,5 Mill. M (wie i. V.) zurückgelegt, 2 Mill. M (1,5 i. V.) an Angestellte und Arbeiter verteilt, 0,5 Mill. M (wie i. V.) dem Dispositionsfonds und 1,5 Mill. M (wie i. V.) der Kriegsfürsorgestiftung überwiesen werden; 0,379 Mill. M (0,311 i. V.) werden vorgetragen. In der mit 381,898 Mill. M (354,016 i. V.) abschließenden Bilanz sind bewertet: Grundstücke mit 18,472 Mill. M (18,463 i. V.), Gebäude mit 25,736 Mill. M (24,676 i. V.), Kraftwerk Siemensstadt mit 1,614 Mill. M (1,980 i. V.), Rohstoffe mit 31,163 Mill. M (16,212 i. V.), Fabrikate mit 52,888 Mill. M (33,784 i. V.), angefangene Anlagen mit 18,934 Mill. M (29,131 i. V.), Beteiligungen mit 19,342 Mill. M. (19,823 i. V.), Wertpapiere und Hypotheken mit 16,845 Mill. M (19,908 i. V.), Barbestände und Wechsel mit 1,933 Mill. M (0,808 i. V.); Schuldnern einschl. Bankguthaben mit 191,087 Mill. M (187,161 i. V.) stehen Gläubiger mit 92,146 Mill. M (68,059 i. V.) gegenüber. —*z.*

Elektrizitäts-A.G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg.[1]) Der Bericht über das am 31. VII. 1917 abgelaufene 25. Geschäftsjahr erwähnt unter den Vorbereitungen der Gesellschaft für den Aufbau der Friedenswirtschaft die Pläne über den Ausbau der bayerischen Wasserkräfte. Es wurde gemeinsam mit anderen Firmen die „Gesellschaft zur wirtschaftlichen Förderung Bayerns (Bayerische Wasserkraft-Arbeitsgemeinschaft)" errichtet, welche die Inventarisierung der bayerischen Wasserkräfte, deren Prüfung auf ihre Ausbauwürdigkeit, die Ausarbeitung von Projekten, ferner die Heranziehung und Finanzierung von Industrien sich zur Aufgabe gemacht hat. Auch an den beiden für Projektierung und Ausbau der mittleren Isar und des oberen Inn gegründeten Gesellschaften ist die Firma beteiligt. Der Bericht erwähnt noch, daß begründete Aussicht vorhanden sei, daß im kommenden Jahr die Ausnutzung des Walchensees bestimmtere Form annehmen werde.

Die Einnahmen betrugen 9,337 Mill. M (10,332 i. V.), die Verwaltungskosten 0,495 Mill. M (0,464 i. V.), Zinsen 1,972 Mill. M (2,326 i. V.), Abschreibungen 0,014 Mill. M (0,015 i. V.), Steuern 0,952 Mill. M (0,989 i. V.), und es ergibt sich ein Überschuß von 7,504 Mill. M (8,069 i. V.); hiervon werden 0,070 Mill. M (0 i. V.) für Sondersteuern zurückgelegt, (0,307 Mill. M (0,343 i. V.) für den Aufsichtsrat, den Vorstand und die Beamten ausgeworfen und 1,527 Mill. M (1,601 i. V.) vorgetragen. Als Dividende werden 8 % auf 70 Mill. M Aktienkapital (wie i. V.) beantragt. In der mit 138,799 Mill. M (140,030 i. V.) abschließenden Bilanz stehen 44,950 Mill. M Stammanteile der S. S. W., 25 Mill. M Darlehen an S. S. W. (beide wie i. V.), 1,373 Mill. M Immobilien (1,388 i. V.), 0,439 Mill. M Baukonto (0,446 i. V.), 1,610 Mill. M Zentralen in eigener Verwaltung (1,681 i. V.), 33,633 Mill. M Effekten (30,785 i. V.), 0,218 Mill. M Interimskonto (0,026). Schuldnern mit 31,576 Mill. M (35,755 i. V.) stehen Gläubiger mit 1,819 Mill. M (0,876 i. V.) gegenüber. —*z.*

Dividenden. Fabrik isolierter Drähte zu elektrischen Zwecken (vorm. C. J. Vogel) A. G., Berlin: 18 % auf 5,250 Mill. M (16 % auf 3,5 Mill. M alter Aktien und 8 % auf 1,75 Mill. M junger Aktien i. V.).

Außenhandel.

Großbritannien.[3]) Im September 1917 stellte sich für sämtliche Waren der Wert der Einfuhr zum eigenen Gebrauch auf rd 86 Mill. £ (101 i. Vm.; 77 i. Vj.), der der Ausfuhr eigener Erzeugnisse auf 43 Mill. £ (50 i. Vm.; 43 i. Vj.) und jener der Wiederausfuhr auf 3 Mill. £ (4,5 i. Vm.; 7 i. Vj.). Die Gesamteinfuhr in den ersten 9 Monaten 1917 betrug 777 Mill. £ (1916: 704; 1915: 644; 1914: 522; 1913: 558), die Ausfuhr eigener Erzeugnisse 394 Mill. £ (1916: 379; 1915: 283; 1914: 351; 1913: 391), die Wiederausfuhr 59 Mill. £ (1916: 77; 1915: 76; 1914: 77; 1913: 82).

Elektrotechnische Erzeugnisse kamen im Berichtsmonat für 0,210 Mill. £ (0,180 i. Vm.; 0,237 i. Vj.) ein; die Ausfuhr heimischer Herkunft belief sich auf 0,289 Mill. £ (0,394 i. Vm.; 0,578 i. Vj.), die Wiederausfuhr auf 0,028 Mill. £ (0,014 i. Vm.; 0,019 i. Vj.). An der Einfuhr sind elektrische Maschinen mit 0,116 Mill. £ (0,083 i. Vm.; 0,104 i. Vj.), sonstige elektrotechnische Waren mit 0,095 Mill. £ (0,097 i. Vm.; 0,133 i. Vj.) beteiligt. Erstere kamen im Werte von 0,102 Mill. £ (0,137 i. Vm.; 0,181 i. Vj.), letztere für 0,187 Mill. £ (0,257 i. Vm.; 0,397 i. Vj.) zur Ausfuhr. Von der Wiederausfuhr entfallen 0,001 Mill. £ (0,002 i. Vm.; 0,005 i. Vj.) auf elektrische Maschinen, 0,026 Mill. £ (0,012 i. Vm.; 0,013 i. Vj.) auf andere elektrotechnische Erzeugnisse.

Im einzelnen waren u. a. beteiligt an der Einfuhr isolierte Drähte und Kabel mit 0,002 Mill. £ (0,004 i. Vm.; 0,019 i. Vj.) — darunter solche für Schwachstrom mit 88 £ (1154 i. Vm.; 5054 i. Vj.) —, Telegraphen- und Fernsprechapparate mit 0,003 Mill. £ (0,002 i. Vm.; 0,005 i. Vj.), Lichtkohlen mit 0,008 Mill. £ (0,003 i. Vm.; 0,007 i. Vj.), Glühlampen mit 160 £ (805 i. Vm.; 28 332 i. Vj.), Elemente und Akkumulatoren mit 0,020 Mill. £ (0,024 i. Vm.; 0,019 i. Vj.). An der Ausfuhr nahmen u. a. teil isolierte Drähte und Kabel mit 0,040 Mill. £ (0,079 i. Vm.; 0,222 i. Vj.) — darunter solche für Schwachstrom mit 0,019 Mill. £ (0,045 i. Vm.; 0,056 i. Vj.) —, Telegraphen- und Fernsprechapparate mit 0,020 Mill. £ (0,029 i. Vm.; 0,019 i. Vj.), Glühlampen mit 0,010 Mill. £ (0,011 i. Vm.; 0,016 i. Vj.), Elemente und Akkumulatoren 0,012 Mill. £ (0,015 i. Vm.; 0,023 i. Vj.). Meßinstrumente mit 0,007 Mill. £ (0,014 i. Vm.; 0,020 i. Vj.). -z

Firmenverzeichnis.

AEG-Unternehmungen A.G., Berlin (früher Frankfurt a. M.). Gegenstand: Übernahme und Fortführung der Lahmeyerwerke zu Frankfurt a. M., nämlich der Frankfurter Abteilung der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke A.G., Mülheim a. Rh., Herstellung, Vertrieb und Ausnutzung von elektrischen und anderen Maschinen, Apparaten und Gegenständen aller Art, Erwerb, Verwaltung, Veräußerung und Verwertung von Aktien, Obligationen, Geschäftsanteilen oder Beteiligungen an industriellen Unternehmungen aller Art, auch von Konzessionen, Verträgen oder Anlagen, die industrielle Unternehmungen betreffen, Beteiligung an solchen Anlagen und Unternehmungen, Erwerb von Grundstücken, Anlagen und Einrichtungen aller Art. Grundkapital: 10 Mill. M. Vorstand: P. Mamroth, E. Neumann, Dr. E. Lemcke, Berlin.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Wulkow, Kr. Saatzig (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilanzahl eines Genossen: 100). — Elektrizitätsverteilungs-Genossenschaft Abersdorf und Umgebung, G. m. b. H., Abersdorf.

Auflösungen. Rheinische Elektrostahlwerke, G. m. b. H., Bonn-Dottendorf.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Deutsche Schweißmaschinen-Fabrik, G. m. b. H., Berlin: um 93 000 auf 160 000 M.

Norwegen. In Kongsberg soll unter der Firma Norsk elektrisk Akkumulatorkompani A/S die erste norwegische Akkumulatorenfabrik errichtet werden, deren Umfang für die Versorgung des Landes mit Akkumulatoren berechnet ist.

Warenpreise.

Metallpreise an der Londoner Börse.[1]) Die Preise für Elektrolytkupfer, Standardkupfer, Blei und Zink blieben unverändert. Standardzinn stieg von 257¾ bis 258 £, anfangs November, bis auf 290 bis 290½ gegen Ende des gleichen Monats.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 292, 392, 460, 500, 532, 540, 604.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 4. Wer fabriziert Einzelteile von Klein-Swanfassungen.

Berichtigung.

Die auf S. 588 der „ETZ" 1917 unter der Überschrift Magdeburg gebrachte Mitteilung über Tarifänderung bezieht sich nicht auf die Straßenbahn Magdeburg, sondern auf Frankfurt a. M.

Abschluß des Heftes: 12. Januar 1918.

[1]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 31.
[2]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 32.
[3]) Nach „Accounts relating to Trade a. Navigation", London, September 1917. Vgl. auch „ETZ" 1916, S. 676; 1917, S. 75, 156, 252, 520.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24

39. Jahrgang. **Berlin, 24. Januar 1918.** **Heft 4.**

Die 25-jährige Wiederkehr des Gründungstages des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Von **G. Dettmar**, Generalsekretär des V. D. E.

Schon bald nach Begründung der ersten elektrotechnischen Vereine in Deutschland machten sich Bestrebungen geltend, diese zusammenzufassen. Weiterhin fand gelegentlich des internationalen Elektrotechniker-Kongresses zu Frankfurt a. Main im September 1891 dieses Bestreben auf der 3. Hauptversammlung den Ausdruck in folgendem Antrage:

„An die deutschen Mitglieder des Internationalen Elektrotechniker-Kongresses. Die Unterzeichneten beantragen die Bildung eines allgemeinen deutschen Elektrotechnikertages, welcher nach Art anderer Wanderversammlungen periodisch in einer jeweils zu bestimmenden Stadt zusammentritt, und als Vorort für das nächste Jahr Frankfurt a. Main wählt. Zur Beratung dieses Antrages laden die Unterzeichneten zu einer Sitzung auf Sonntag, den 13. September 1891, morgens 9 Uhr, im großen Nebensaal der Ausstellungsrestauration ein.[1])

J. Berliner.	Dr. B. Lepsius.
H. Bissinger, Baurat.	W. H. Lindley, Baurat.
Engelhardt.	Dr. O. May.
Dr. J. Epstein.	O. Schaeffner.
Eugen Hartmann.	W. Schoeffer, Dir.
F. Haßlacher.	S. Schuckert, Kom.-R.
O. Hentig.	Dr. E. Sieg.
Theodor Hesse.	Sonnemann.
Dr. C. Hoepfner.	Theodor Trier.
F. Holthof.	F. Uppenborn.
Dr. Kittler, Prof.	Dr. A. Voller, Prof.
Wilh. Köster.	Dr. R. Wirth.
W. Kohlrausch, Prof.	J. Wurmbach, Kom.-R.

Ein Erfolg war jedoch diesem Antrage noch nicht beschieden; er wurde erst erreicht, als im Oktober 1892 erneut eine Anzahl von Elektrotechnikern zu einem Komitee sich zusammenschlossen und an die Fachkreise mit folgendem Schreiben wandten:

„Berlin, im Oktober 1892.

Entsprechend der wachsenden Bedeutung der Elektrotechnik und ihrer Ausbreitung auf fast alle Gebiete der staatlichen, kommunalen und privaten Industrie besitzt Deutschland, vielleicht mehr als irgend ein anderes Land, eine stattliche Zahl wissenschaftlich gebildeter Elektrotechniker.

Trotzdem sind alle erfüllt von dem Bewußtsein, daß die Geltung und Beachtung, welche unserem Stande in wissenschaftlichen und öffentlichen Fragen bisher zuteil geworden ist, dem Umfang und der Bedeutung unseres Faches nicht entspricht.

Zwar haben sich in zahlreichen Städten des Vaterlandes Vereine gebildet, deren Begründung auf diesen Umstand zurückzuführen ist, und deren ersprießliche Wirksamkeit in keiner Weise geleugnet werden soll.

Die Unterzeichneten, welche keinen dieser Vereine als solchen vertreten, glauben jedoch gerade hierin eine Gefahr zu erblicken, wenn die hervorragendsten Vertreter unseres Faches ihre Kräfte in Sonderbestrebungen zersplittern.

Nur in der zielbewußten Vereinigung unserer geistigen Mittel können wir hoffen, nachhaltig für die Förderung unserer Wissenschaft, eindrucksvoll für die erfolgreiche Vertretung unserer Interessen zu wirken.

Sollten Sie dieser Anschauung zustimmen, so laden wir Sie hierdurch freundlichst ein, an einer im Monat November oder Dezember dieses Jahres in Berlin stattfindenden Besprechung teilzunehmen.

Näheres über Art und Zeit der Zusammenkunft wird der mitunterzeichnete Prof. Slaby angeben, sobald eine genügende Zahl von Teilnehmern gemeldet ist.

Hochachtungsvoll

Prof. Dr. Dietrich, Stuttgart.	Direktor Jolly, Köln.
Prof. Dr. Kittler, Geh. Hofrat, Darmstadt.	Prof. Dr. Kohlrausch, Hannover.
O. Kummer, Dresden.	W. Lahmeyer, Frankfurt a. Main.
Leitgebel, Dir. d. st. E.-W. Breslau.	Stadtbaurat Lindley, Frankfurt a. Main.
O. von Miller, München.	Direktor Müller, Hagen.
von Oechelhäuser, Dessau.	E. Rathenau, Berlin.
Direktor Ross, Köln.	Komm.-Rat Schuckert Nürnberg.
Wilh. von Siemens, Berlin.	Prof. Dr. Slaby, Reg.-Rat, Charlottenburg.
Geh. Ober-Baurat Stambke, Berlin.	Chefredakteur Uppenborn, Berlin.
Prof. Dr. Voit, München.	Baurat Wächter, Berlin.

Arthur Wilke, Ingenieur, Berlin.

Diese Anregung fiel auf fruchtbaren Boden, und es wurde Ende November, nachdem die 10 damals in Deutschland vorhandenen elektrotechnischen Vereine sich dem im oben genannten Rundschreiben mitgeteilten Vorschlage betreffend Gründung eines allgemeinen deutschen Elektrotechniker-Verbandes angeschlossen hatten, von Herrn Geheimrat Dr. A. Slaby namens des vorbereitenden Komitees zu einer Versammlung für die Tage vom 9. bis 11. Dezember 1892 nach Berlin eingeladen. Infolge des Hinscheidens des Altmeisters der Elektrotechnik, Werner von Siemens, am 6. Dezember 1892 wurde die Konferenz auf die Tage vom 20. bis 22. Januar 1893 verschoben. Sie fand unter Teilnahme von Vertretern aus allen Gebieten Deutschlands statt. Über diese Verhandlungen wurde in der „Elektrotechnischen Zeitschrift" 1893, S. 68 ausführlich berichtet. Es sei hier nur kurz hervorgehoben, daß in der am 21. Januar abgehaltenen Sitzung die Ansichten über die für den neu zu schaffenden Verband zweckmäßigste Organisation vollständig geklärt wurden. Am 2. Verhandlungstage, dem 22. Januar, wurde das Gründungsprotokoll einstimmig genehmigt und ein provisorischer Vorstand mit Amtsdauer bis zum 1. Oktober gewählt. Dieser bestand aus

Herrn Geheimrat Dr. Slaby als erstem Vorsitzenden,

Herrn W. von Siemens als zweitem Vorsitzenden,

und aus den Herren Generaldirektor Rathenau, Direktor Roß und Fabrikant Eugen Hartmann als weiteren Vorstandsmitgliedern.

Als Name für die neue Organisation wurde gewählt:

„Verband der Elektrotechniker Deutschlands", der später in

„Verband Deutscher Elektrotechniker". geändert wurde.

In einer am gleichen Tage abgehaltenen Sitzung des neuen Verbandes wurde durch einstimmigen Beschluß der Vorstand und Ausschuß beauftragt, in bezug auf den in Aussicht stehenden Elektrizitäts-Gesetzentwurf geeignete Schritte zu tun und darüber zu berichten. Für dasselbe Jahr wurde außerdem noch beschlossen, eine Jahresversammlung in Köln abzuhalten. Sie fand in den Tagen vom 28. bis 30. September 1893 statt. In der Eröffnungsrede derselben kennzeichnete der Vorsitzende, Herr Geheimrat Dr. Slaby, die Ziele und Aufgaben des Verbandes wie folgt:

„Ein großer Teil der gebildeten Kreise steht heute der Elektrotechnik nicht mehr als reiner Laie gegenüber. Häufig hat der Fachmann Gelegenheit, besonders bei staatlichen und städtischen Behörden Einsicht und sachgemäßes Urteil kennen und schätzen zu lernen. Und doch fehlte bis jetzt jenen großen, häufig zur Zusammenarbeit berufener Gruppen, den eigentlichen Fachmännern und den sachverständigen Vertretern der staatlichen und kommunalen Verbände, ein gemeinsames, festeres Band, ein Sammelpunkt, ein Forum, vor dem sie ihre Ansichten austauschen, ihre Anschauungen klären und in Anknüpfung persönlicher Beziehungen gemeinsame Interessen pflegen konnten.

Diesen Vereinigungspunkt zu bilden, ist das Ziel unseres Verbandes.

Obenan steht uns die Wissenschaft; die Liebe zu ihr soll der Leitstern sein, dem unverbrüchlich zu folgen wir uns geloben. Ihren Fortschritt zu beleben, ihre Verbreitung und Vertiefung zu fördern, soll und wird unsere schönste und edelste Aufgabe sein. Doch auch ein Schutz- und Trutzbündnis ist unser Verband. Einstehen wollen wir für die Wahrung der Würde und Bedeutung unserer nationalen Elektrotechnik."

Diesen Worten entsprechend hat der Verband in den 25 Jahren seines Bestehens gearbeitet und einen Sammelpunkt für die Bestrebungen zur Förderung der deutschen Elektrotechnik gebildet.

Es würde hier zu weit führen, die Einzelheiten der Entwicklung des Verbandes eingehender zu würdigen. Das muß einem späteren Zeitpunkte vorbehalten bleiben. Es wird Gelegenheit sein, dies anläßlich der nächsten im Laufe dieses Jahres in Berlin stattfindenden Jahresversammlung zu tun. Bei dieser wird den heutigen Zeitumständen entsprechend der 25-jährigen Wiederkehr der Gründung des Verbandes ausführlicher gedacht werden. Jetzt seien nur kurz einige der wichtigsten Daten in der Entwicklung des Verbandes angeführt: Die Zahl der Mitglieder hat betragen

im	Jahre	1893	762
„	„	1895	1543
„	„	1900	2874
„	„	1905	3636
„	„	1910	4715
„	„	1914	6011

Den Vorsitz im Vorstande des Verbandes führten die Herren:

[1]) Die Sitzung hat unter zahlreicher Teilnahme stattgefunden. Von den Versammelten wurden die Herren Dr. Epstein, Eugen Hartmann, Prof. Kohlrausch, Baurat Lindley und Theodor Trier beauftragt, Statuten zu entwerfen und in geeigneter Weise den deutschen Elektrotechnikern zur Vorlage zu bringen.

Digitized by Google

Slaby	in	den	Jahren	1893/1896
Stübben	„	„	„	1896/1898
Wilh. von Siemens	„	„	„	1898/1900
Hartmann . . .	„	„	„	1900/1902
Ulbricht	„	„	„	1902/1904
Budde	„	„	„	1904/1906
W. Kohlrausch	„	„	„	1906/1908
Görges	„	„	„	1909/1910
Budde	„	„	„	1911/1912
Christiani . . .	„	„	„	1913/1914
Klingenberg . .	„	„	„	1915/1918

Die Zahl der zum Verbande gehörigen elektrotechnischen Vereine beträgt zur Zeit 22.

In jedem Jahre hat der Verband eine Versammlung abgehalten mit Ausnahme während des Krieges in den Jahren 1915 und 1917.

Die Ergebnisse der Arbeiten der Komissionen des Verbandes sind so zahlreiche, daß nur die Wiedergabe ihrer Titel schon einen zu großen Raum beanspruchen würde. In einem besonderen Buche sind seit dem Jahre 1908 alle diese Arbeiten zusammengestellt worden. Anfangs erschien dieses Buch im Abstand von mehreren Jahren, später jedes Jahr unter dem Titel „Normalien, Vorschriften und Leitsätze des V.D.E."

Die Hauptarbeit des Verbandes, die Schaffung einheitlicher Vorschriften für den Bau elektrischer Anlagen und die Normalisierung einzelner Teile hierzu hatte schon auf der ersten Versammlung in Köln begonnen. Namentlich aber in den letzten 10 Jahren sind sie in umfangreichem Maße zur Durchführung gekommen, woraus der deutschen elektrotechnischen Industrie bedeutende Vorteile erwachsen sind. Wie richtig dieses Vorgehen gewesen ist, haben besonders der Krieg und die jetzt in der gesamten deutschen Industrie herrschenden Bestrebungen auf weitestgehende Durchführung der Normalisierung gezeigt.[1])

Aus den allseits bekannten großen Erfolgen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ergibt sich, daß die bei seiner Gründung zur Durchführung gekommenen Ideen die richtigen gewesen sind. Es geziemt sich daher, allen denen, die sich um die Gründung des Verbandes Verdienste erworben haben, soweit sie noch unter den Lebenden weilen, den Dank der gesamten Elektrotechnik zum Ausdruck zu bringen und in dankbarer Erinnerung der Mitgründer zu gedenken, welche leider heute nicht mehr unter uns sind.

[1]) Am 22. Dezember 1917 wurde zu diesem Zwecke der „Normenausschuß der Deutschen Industrie" gegründet.
[2]) Vgl. „ETZ" 1894, S. 561; 1895, S. 649 u. 824; 1896, S. 138 u. 632; 1901, S. 87; 1903, S. 60.
[3]) Vgl. „Zeitschr. f. Elektrotechnik", 1899, S. 233, 236, 248.
[4]) Vgl. Arnold, „Wechselstromtechnik", Bd. V, S. 79.

Die Kreisdiagramme des Asynchronmotors in neuer Darstellung.

Von Otto Bloch †, Bern.

Übersicht. **Nach einer neuen, für alle Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik gültigen Methode wird das Kreisdiagramm des Mehrphaseninduktionsmotors abgeleitet und für einen gegebenen Motor exakt konstruiert. Die Methode erweist sich dabei trotz ihrer Genauigkeit als einfacher gegenüber den bisher bekannten Verfahren.**

1. Einleitung.

Dank seiner großen Einfachheit vermochte bisher das Kreisdiagramm von Heyland[2]) sich gegenüber dem genaueren aber umständlicher zu bestimmenden von Ossanna[3]) in der Praxis zu behaupten.

Auch die mehr geometrische Herleitung des letzteren durch wiederholte Inversion, wie sie von Arnold[4]) gezeigt wurde, vermochte das Ossanna-Diagramm nicht populär zu machen. Zwar ist die Inversion einer Geraden in einen Kreis eine überaus einfache Sache und würde dem Gebrauch des Verfahrens kaum ein Hindernis bieten, da der Ingenieur an weit kompliziertere Gedankengänge gewöhnt ist; was aber an dem Arnoldschen Verfahren zurückstößt, ist der Umstand, daß sich darin die Inversionen allzu sehr häufen. Nicht weniger als deren drei sind notwendig, um zu dem gewünschten Ortskreis des Primärstromes zu gelangen. Das macht die Überlegungen verwickelt und führt leicht zu Verwirrung. Arnold hat denn auch selbst eine Näherungskonstruktion angegeben[1]).

Es soll nun im folgenden gezeigt werden, wie es möglich ist, mit einer einzigen Inversion zum genauen Resultat zu gelangen. Das neue Verfahren ist derart einfach, daß der Verwendung des genauen Ossanna-Kreises nun wohl in keinem Fall mehr ein Hindernis im Wege stehen dürfte.

2. Die Hauptgleichungen der Maschine.

Um uns vor unklaren Abstraktionen zu bewahren, die leider gerade auf diesem Gebiet sehr häufig sind, wollen wir unsere Vorstellungen von vornherein einer wirklich ausgeführten Maschine anpassen. Wir vermeiden es also absichtlich, uns zuerst ein Ersatzschema für das zu untersuchende Objekt zurecht zu zimmern, sondern treten direkt an dieses selbst heran.

Es genügt zunächst, zu sagen, daß es sich um einen Dreiphasen-Induktionsmotor handelt, dessen Ständer im Stern geschaltet ist. Der Läufer ist ein Phasenanker in Dreieckschaltung mit Schleifringen, deren Bürsten mit einem Anlaßwiderstand in Sternschaltung in Verbindung stehen.

Diese Verhältnisse sind durch Abb. 1 veranschaulicht. Die einzelnen Wicklungsphasen sind darin durch dicke Striche dargestellt, während der rein Ohmsche Anlaßwiderstand in Zickzacklinien wiedergegeben ist. In jeden zwischen zwei Knotenpunkten liegenden Zweig des so sich ergebenden Stromnetzes findet man einen Zählpfeil[2]) eingezeichnet, der angibt, in welcher Richtung Ströme, EMKräfte, elektrostatische Spannungen und magnetische Flüsse positiv zu zählen sind. Diese Pfeile setzen also nichts fest über die physikalische Richtung dieser Größen, sondern lediglich über ihr mathematisches Vorzeichen in den Gleichungen.

Die Phasenwicklungen des Ständers sind mit römischen, die des Läufers mit arabischen Ziffern bezeichnet; die drei Anlaßzweige tragen die ersten drei Buchstaben des kleinen Alphabets. Alle diese Zeichen sollen als Indexe für die Benennung der Ströme, Spannungen, Widerstände, Induktionskoeffizienten usw. der einzelnen Zweige verwendet werden. Die Bezeichnung sei dabei so gewählt, daß sie der zeitlichen Aufeinanderfolge gleicher Zustände in den einzelnen „Phasen" entspricht. Das Drehfeld läuft also demgemäß (vgl. Abb. 1) entgegen dem Uhrzeiger, und wir nennen das den positiven Drehsinn.

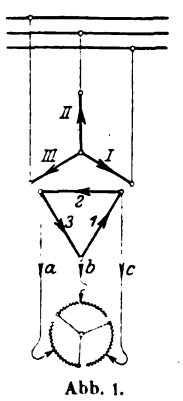


Abb. 1.

In den Diagrammen der Zeitvektoren tragen wir Voreilwinkel als positive Winkel, also ebenfalls entgegen dem Umlaufsinn des Uhrzeigers auf. Bezeichnen wir mit $\mathfrak{U}$[3]) die Phasenspannung des Ständers, so ist also durch Abb. 2 das Diagramm der Spannungen gegeben. Man gelangt hier also im Uhrzeigersinn von $\mathfrak{U}_I$ nach $\mathfrak{U}_{II}$ und $\mathfrak{U}_{III}$. Die verkettete Spannung oder Netzspannung U_k ist dabei gegeben durch die Länge der Seite des gleichschenkligen Dreiecks. Es ist also, wie bekannt, z. B.

$$U_k = \sqrt{3}\, U_I .$$

Das ganze System setzen wir als vollkommen symmetrisch voraus. Es ist also im besonderen auch

$$\left.\begin{aligned} R_I &= R_{II} = R_{III} \\ R_1 &= R_2 = R_3 \\ R_a &= R_b = R_c \\ L_I &= L_{II} = L_{III} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

R_I und L_I sollen dabei den Widerstand der Leitung I von den Generatorklemmen konstanter Spannung bis zum Knotenpunkte des Ständers bzw. den Selbstinduktionskoeffizienten der Zuleitung I vom Generator bis zum Motor bezeichnen. Wir haben L hier lediglich in Analogie zum Vorgehen Ossannas eingeführt, um die Gleichungen in entsprechend allgemeiner Form abzuleiten, werden es dann aber später gleich null setzen.

Unter der Voraussetzung der Gleichungen (1) und der durch Abb. 2 zum Ausdruck gebrachten vollkommenen Symmetrie der aufgedrückten Spannungen, müssen aus Symmetriegründen auch alle Ströme, EMKräfte, Flüsse usw. in Phasen derselben Art gleiche Amplituden und gleiche relative Phasenverschiebungen aufweisen. Es ist also speziell

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{U}_{II} &= \mathfrak{U}_I\, e^{-j\cdot 120}; & \mathfrak{U}_{III} &= \mathfrak{U}_I\, e^{-j\cdot 240}{}^{1}) \\ \mathfrak{I}_{II} &= \mathfrak{I}_I\, e^{-j\cdot 120}; & \mathfrak{I}_{III} &= \mathfrak{I}_I\, e^{-j\cdot 240} \\ \mathfrak{I}_2 &= \mathfrak{I}_1\, e^{-j\cdot 120}; & \mathfrak{I}_3 &= \mathfrak{I}_1\, e^{-j\cdot 240} \\ \mathfrak{I}_a &= \mathfrak{I}_b\, e^{-j\cdot 120}; & \mathfrak{I}_c &= \mathfrak{I}_a\, e^{-j\cdot 240} \end{aligned}\right\} \quad (2$$

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen können wir nun dazu übergehen, die Hauptgleichungen der Maschine abzuleiten.

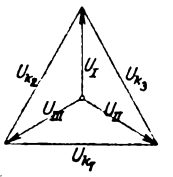


Abb. 2.

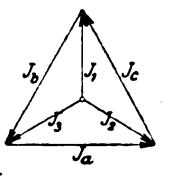


Abb. 3.

Definieren wir genauer $\mathfrak{U}$ als die Spannungsabnahme in Richtung des Zählpfeiles, so führt uns die zweite Kirchhoffsche Regel auf folgende Gleichung für die Ständerphase I:

$$\mathfrak{U}_I + \mathfrak{E}_I - \mathfrak{I}_I\,(R_I + j\,\omega\,L_I) = 0 . \quad . \quad (3$$

Für die Phasen II und III würden lediglich die Indexe entsprechend zu ändern sein. In der Gl. (3) bedeutet $\mathfrak{E}_I$ die durch das resultierende Drehfeld induzierte EMK, ω die elektrische Winkelgeschwindigkeit (Kreisfrequenz), mit der im zweipoligen Motor dann auch das Drehfeld räumlich umläuft und j, wie oben, die imaginäre Einheit.

Für den Läufer können zwei Systeme von Gleichungen aufgestellt werden. Das erste ergibt sich aus der ersten Kirchhoffschen Regel, dem sogenannten Knotenpunktsgesetz. Es lautet:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{I}_1 - \mathfrak{I}_2 - \mathfrak{I}_c &= 0 \\ \mathfrak{I}_2 - \mathfrak{I}_3 - \mathfrak{I}_a &= 0 \\ \mathfrak{I}_3 - \mathfrak{I}_1 - \mathfrak{I}_b &= 0 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

Der graphische Ausdruck dieser Gleichungen ist die Abb. 3.

Die zweite Kirchhoffsche Regel ergibt für den Läuferkreis die Gleichung

$$\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{I}_1 R_1 - \mathfrak{I}_c R_c + \mathfrak{I}_b R_b = 0 . \quad . \quad (5$$

[1]) Vgl. Arnold, „Wechselstromtechnik", Bd. 1, 2. Aufl., S. 211; Bd. V, S. 103 und „ETZ" 1910, S. 220. Vgl. auch Sumec und Petersen, „ETZ" 1910, S. 110 und S. 328.
[2]) Vgl hierüber „Schweiz. Bauztg." vom 9. IX. 1916; sowie des Verfassers Buch: „Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik". Rascher & Cie., Zürich und Leipzig 1917.
[3]) Wir bezeichnen mit fetten Buchstaben die Zeitvektoren und die komplexen Zahlen. Die Gründe dafür findet der Leser an anderer Stelle (Bloch, Ortskurven) auseinander gesetzt.

[1]) Es wäre korrekter, zu schreiben: $\mathfrak{U}_{II} = \mathfrak{U}_I\, e^{-j\frac{2\pi}{3}}$ usw. Da es aber Sprachgebrauch ist, die Phasenverschiebungen in Graden anzugeben, so erlauben wir uns in Anlehnung an diesen Gebrauch hier die zwar nicht korrekte aber lesbarere und typographisch einfachere Schreibweise. Vgl. über diese komplexe Darstellungsweise z. B. Strecker, „Hilfsbuch für die Elektrotechnik", 8. Aufl., S. 89, oder des Verfassers schon erwähntes Buch. j bedeutet die imaginäre Einheit $\sqrt{-1}$.

Digitized by Google

Da nun nach Voraussetzung [vgl. Gl. (2)] $R_a = R_b = R_c$, so können wir auch schreiben

$$\mathbf{E}_1 - \mathbf{I}_1 R_1 - (\mathbf{I}_c - \mathbf{I}_b) R_a = 0 .$$

Nun zeigt aber Abb. 3 fast unmittelbar was man auch unschwer errechnen kann, daß nämlich

$$\mathbf{I}_c - \mathbf{I}_b = 3\,\mathbf{I}_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

Mittels dieser Beziehung (6) schreibt sich also Gl. (5) neuerdings als

$$\mathbf{E}_1 - \mathbf{I}_1 (R_1 + 3 R_a) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

Auch diese Gleichung wiederholt sich selbstverständlich durch entsprechende Vertauschung der Indexe für die Läuferphasen 2 und 3. Doch diese Gleichungen würden uns nichts Neues zu sagen haben, und gerade das ist der Grund, weshalb wir fortan das Problem wie ein einphasiges behandeln können. Zunächst war aber die Berücksichtigung der Dreiphasigkeit erforderlich, um von der Gl. (5) die drei verschiedene Ströme enthält, überhaupt zu der einfachen Gl. (7) mit Vektoren nur einer einzigen Phase vorschreiten zu können. Diese Eigenschaft besitzt auch Gl. (3). Die Gl. (3) und (7) sind unsere Hauptgleichungen, wenn auch noch nicht in endgültiger Form.

Wir gehen nun dazu über, die EMKräfte $\mathbf{E}_I$ und $\mathbf{E}_1$ explicite zu bestimmen. Zu diesem Zweck müssen wir die Verhältnisse im magnetischen Kreis betrachten.

Denken wir uns den Ständer allein stromdurchflossen, so erzeugen die drei Wicklungsphasen zusammen ein gleichförmig rotierendes Drehfeld, das bekanntlich so umläuft, daß es immer gerade dann seine größte Komponente durch eine der drei Ständerspulen schickt, wenn auch das Eigenfeld dieser Einzelspule gerade seinen Höchstwert einnimmt. Daraus folgt, daß die Wechselkomponente, die das vom Ständer allein erzeugte Drehfeld durch die Spule I schickt, in Phase mit dem Strom $\mathbf{I}_I$ steht (wenn wir von der Hysterese absehen)[1]). Wir bezeichnen den im Mittel auf eine Windung der Spule I entfallenden, von den Ständerspulen gemeinsam erzeugten Wechselfluß mit Φ_I', so daß also $N_I \Phi_I'$ die Gesamtheit aller mit der Spule I verketteten Induktionslinien dieses Ursprungs darstellt. Indem wir noch setzen:

$$\Phi_I' = p_1 N_I \mathbf{I}_I ,$$

definieren wir gleichzeitig den Faktor p_1 als den mittleren Selbstinduktionskoeffizienten einer Ständerwindung. Aus Symmetriegründen gelten auch zwischen Φ_I, Φ_{II}, Φ_{III} die durch das Gleichungssystem (2) gegebenen Beziehungen.

In ganz entsprechender Weise definieren wir Φ_1'' als den von allen drei Wicklungsphasen des Läufers gemeinsam im Mittel durch eine Windung der Spule 1 geschickten Wechselfluß; so daß wieder $N_1 \Phi_1''$ die Gesamtheit aller mit der Spule 1 verketteten Kraftlinien dieses Ursprungs darstellt. Und wieder sei definitionsgemäß

$$\Phi_1'' = p_2 N_1 \mathbf{I}_1 .$$

Infolge der Streuung gelangt von Φ_I' nur ein Teil zur Verkettung mit Windungen des Läufers. Der auf eine Windung des Läufers im Mittel entfallende Teil dieses Flusses bezeichnen wir mit Kapp als

$$\eta_1 \Phi_I' .$$

In ganz analoger Weise gelangt auch nur ein Teil des durch den Läufer allein erzeugten Flusses Φ_1'' in den Ständer. Der auf eine Ständerwindung im Mittel entfallende Teil sei

$$\eta_2 \Phi_1'' .$$

[1]) Man kann ohne wesentliche Komplikation die Hysterese dadurch berücksichtigen, daß man einen konstanten Nacheilwinkel in der Form eines Faktors $e^{-j\vartheta}$ einführt. Beim Übergang von positiver zu negativer Schlüpfung ändert dann aber das im übrigen konstante ϑ sein Vorzeichen, wodurch eine Diskontinuität in den Gleichungen auftritt. Das wollte hier vermieden werden. (Vgl. z. B. Th. Lehmann, „L'éclairage Electrique", 22. VIII. 1903.)

Sowohl Läufer als Ständer enthalten also resultierende magnetische Flüsse Φ_I und Φ_1, die sich aus einer selbsterzeugten und einer vom anderen Teil hervorgerufenen Komponente zusammensetzen. Es ist

$$\Phi_I = \Phi_I' + \eta_2 \Phi_1'' \quad \text{und} \quad \Phi_1 = \Phi_1'' + \eta_1 \Phi_I' . \quad (8$$

Setzen wir in diese Gleichungen die obigen Werte für Φ_I' und Φ_1'' ein, so erhalten wir

$$\left.\begin{aligned} \Phi_I &= p_1 N_I \mathbf{I}_I + \eta_2 p_2 N_1 \mathbf{I}_1 \\ &= p_1 N_I \cdot \left(\mathbf{I}_I + \eta_2 \frac{p_2 N_1}{p_1 N_I} \mathbf{I}_1\right) \\ \Phi_1 &= p_2 N_1 \mathbf{I}_1 + \eta_1 p_1 N_I \mathbf{I}_I \\ &= p_1 N_I \cdot \left(\eta_1 \mathbf{I}_I + \frac{p_2 N_1}{p_1 N_I} \mathbf{I}_1\right) \end{aligned}\right\} \quad (9$$

Nun sind die EMKräfte $\mathbf{E}_I$ und $\mathbf{E}_1$ gegeben durch

$$\mathbf{E}_I = -j\omega N_I \Phi_I \quad \text{und} \quad \mathbf{E}_1 = -j s \omega N_1 \Phi_1 .$$

Im Ausdruck für $\mathbf{E}_1$ tritt nicht dieselbe elektrische Winkelgeschwindigkeit auf, wie in dem für $\mathbf{E}_I$. Es sei die räumliche Winkelgeschwindigkeit des Läufers $\Omega = v \cdot \omega$. Dann läuft das Drehfeld relativ zum Läufer nur mit der Winkelgeschwindigkeit

$$\omega_2 = \omega - \Omega = (1 - v)\,\omega \equiv s\,\omega$$

um, und $s\omega$ ist somit die elektrische Winkelgeschwindigkeit des Läufers im zweipoligen Schema. s ist die relative Schlüpfung.

Setzen wir in diese Ausdrücke für $\mathbf{E}_I$ und $\mathbf{E}_1$ die Werte der Flüsse ein, so ergibt sich

$$\mathbf{E}_I = -j\omega p_1 N_I^2 \left(\mathbf{I}_I + \eta_2 \frac{p_2 N_1}{p_1 N_I} \mathbf{I}_1\right),$$

$$\mathbf{E}_1 = -j s \omega p_1 N_I^2 \left(\eta_1 \frac{N_1}{N_I} \mathbf{I}_I + \frac{p_2}{p_1} \left(\frac{N_1}{N_I}\right)^2 \mathbf{I}_1\right).$$

Bevor wir nun diese Ausdrücke in die Gl. (3) und (7) einführen, wollen wir einige die Schreibweise vereinfachende Definitionen einführen. Wir setzen:

$$\left.\begin{aligned} p_1 &\equiv p & p_2 : p_1 &\equiv q & \mathbf{I}_I &\equiv \mathbf{I} \\ N_I &\equiv N & N_1 : N_I &\equiv u & \mathbf{I}_1 &\equiv \mathbf{J} \end{aligned}\right.$$

$$\left.\begin{aligned} L_I &\equiv L & \mathbf{U}_I &\equiv \mathbf{U} \\ (R_1 + 3 R_a) &\equiv W & R_I &\equiv R \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (10$$

Unter Berücksichtigung dieser Bezeichnungen wird Gl. (3) zu

$$[j(\omega p N^2 + \omega L) + R]\,\mathbf{I} + (j\omega p N^2 \eta_2 q u)\,\mathbf{J} = \mathbf{U} \quad (I$$

und Gl. (7) zu:

$$(j s \omega p N^2 \eta_1 u)\,\mathbf{I} + (j s \omega p N^2 q u^2 + W)\,\mathbf{J} = 0 . \quad (II$$

Dies sind die beiden Hauptgleichungen der Maschine. Aus ihnen lassen sich nun ohne weiteres die Ströme $\mathbf{I}$ und $\mathbf{J}$ entnehmen. Es wird:

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{U}\,(W + (j\omega p N^2 q u^2)\,s)}{W(R + j(\omega p N^2 + \omega L)) - [\omega^2 p N^2 L q u^2 + (\omega p N^2)^2 q u^2 (1 - \eta_1 \eta_2) - j\omega p N^2 q u^2 R]\,s} \quad (11$$

Setzen wir den ganzen Nenner der rechten Seite identisch gleich

$$\mathbf{D} + \mathbf{E}\,s ,$$

so wird der Ausdruck für $\mathbf{J}$:

$$\mathbf{J} = \frac{-\mathbf{U}(j\omega p N^2 \eta_1 u)\,s}{\mathbf{D} + \mathbf{E}\,s} \quad . \quad . \quad . \quad (12$$

Die Behauptung geht nun dahin, daß durch diese Ausdrücke für die Ströme auch schon ihre geometrischen Örter in einfacher Weise bestimmt seien. Dies wird im nächsten Abschnitt nachzuweisen sein, und wir werden sehen, daß sie den bekannten Ossannaschen Kreis definieren.

3. Die Ermittlung der Ortskreise.

Wir bemerken zunächst in den Gl. (11) und (12), daß auf deren rechter Seite nur Größen zweierlei Art auftreten. Die einen sind Größen, die wir als konstante des Problems eingeführt haben, und dazu gehören alle bis auf die eine Größe s, die Schlüpfung, welche bei den verschiedenen Belastungszuständen der Maschine verschiedene Werte annimmt.

Bezeichnen wir mit großen, fettgedruckten Buchstaben **A**, **B**, **C** usw. irgend welche komplexe Zahlen, so können wir sagen, durch Gl. (11) sei der Stromvektor **I** gegeben als

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{A} + \mathbf{B}\,s}{\mathbf{D} + \mathbf{E}\,s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a$$

und der Stromvektor **J** durch Gl. (12) in der Form

$$\mathbf{J} = \frac{\mathbf{C}\,s}{\mathbf{D} + \mathbf{E}\,s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (b$$

Es ist nun ein Leichtes, zu zeigen, daß solche Ausdrücke in der Gaußschen Zahlenebene allgemein Kreise darstellen, die sich in einfacher Weise aus den Konstanten der Gleichung konstruieren lassen.

Zunächst ist klar, daß wenn wir auf der Abszissenachse eines kartesischen Koordinatensystems die reelle, auf der Ordinatenachse die imaginäre Komponente einer komplexen Zahl auftragen, daß dann durch geometrische Addition dieser beiden Komponenten ein Punkt der Ebene bestimmt ist, der dieser und nur dieser komplexen Zahl entspricht. Jeder komplexen, imaginären oder reellen Zahl, kurz also jeder algebraischen Zahl, entspricht somit ein Punkt der Ebene, und jedem Punkt der Ebene eine algebraische Zahl. Die so definierte Ebene ist die Gaußsche Zahlenebene. Wir wählen die reelle und imaginäre Achse, wie sonst üblich die x- und y-Achse. Man gelangt also im positiven Drehsinn auf dem kürzesten Wege von der positiv-reellen Richtung in die positiv-imaginäre.

Ist nun eine komplexe Zahl **B** gegeben, so entspricht ihr ein Punkt **B** in der Zahlenebene. Gleichzeitig ist durch den Punkt **B** auch der Radiusvektor vom Ursprung nach **B** bestimmt. Wir können also auch von dem Vektor **B** sprechen.

Multiplizieren wir nun diese komplexe Größe **B** mit einem reellen Parameter s, der alle Werte zwischen $\pm\infty$ annehmen kann, so wächst sich offenbar der Vektor **B** zur Geraden **B** s durch den Ursprung aus. Diese Gerade fällt mit **B** der Richtung nach zusammen. Auf ihr sind die Werte $s = 1, 2, 3$ usw. gleichförmig verteilt, und die Einheit dieser Skala ist **B**.

Ist nun der Ausdruck

$$\mathbf{A} + \mathbf{B}\,s$$

gegeben, so hat man offenbar zu jedem Wert von **B** s noch den konstanten Wert **A** zu addieren, man hat die Gerade **B** s um den Betrag **A** parallel zu sich selbst zu verschieben.

Der Endpunkt des Vektors

$$\mathbf{V} = \mathbf{A} + \mathbf{B}\,s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (c$$

bewegt sich also bei veränderlichem Wert von s längs einer Geraden von allgemeiner Lage in der Ebene.

Dasselbe ließe sich offenbar auch sagen von einem Vektor **V'**, der durch die Gleichung

$$\mathbf{V}' = \mathbf{D} + \mathbf{E}\,s$$

definiert wäre. Nun möge aber ein Vektor

$$\mathbf{V} = \frac{1}{\mathbf{D} + \mathbf{E}\,s} = \frac{1}{\mathbf{V}'} \quad . \quad . \quad . \quad (d$$

gegeben sein. Dieser Vektor ist der reziproke Wert des vorherigen. Der geometrische Ort seines Endpunktes bei veränderlichem s steht also mit der Geraden **V'** in der Beziehung

Digitized by Google

der reziproken Radien oder, wie man sagt, der Inversion. Der Ort von **V** ist also invers zur Geraden von allgemeiner Lage **V'**; er ist also ein Kreis durch den Ursprung. Der Mittelpunktt dieses Kreises liegt bekanntlich auf dem vom Ursprung auf die Gerade gefällten Lot, da dem kürzesten Abstand nach der Geraden reziprok der längste Radiusvektor entspricht. Dem Radiusvektor an den unendlich fernen Punkt der Geraden entspricht der Radiusvektor null an den Kreis. Der Ursprung entspricht also auf dem Kreis dem Werte $s = \infty$[1]).

Nun ist aber bei der Durchführung der Inversion stets die Eigentümlichkeit komplexer Zahlen zu beachten, daß eine Zahl und ihr reziproker Wert im allgemeinen nicht derselben Zahlenreihe angehören. In der Tat, wenn wir definieren

$$\mathbf{V}' \equiv V' e^{j\nu},$$

so ist

$$\mathbf{V} = \frac{1}{\mathbf{V}'} = \frac{1}{V'} e^{j(-\nu)}.$$

Während also der Vektor **V'** mit der reellen Achse den Winkel ν einschließt, schließt der Vektor **V** den Winkel $(-\nu)$ mit ihr ein. Die beiden Richtungen sind also in bezug auf die reelle Achse spiegelverkehrt.

Um also entsprechende Punkte der Geraden $\mathbf{D} + \mathbf{E}s$ und des Kreises $1:(\mathbf{D} + \mathbf{E}s)$ durch projektive Strahlen durch den Ursprung miteinander verbinden zu können, müssen wir zuerst ein Spiegelbild der Geraden aufzeichnen. Dies ist in Abb. 4 durchgeführt, die nach dem Gesagten keiner weiteren Erläuterung bedarf.

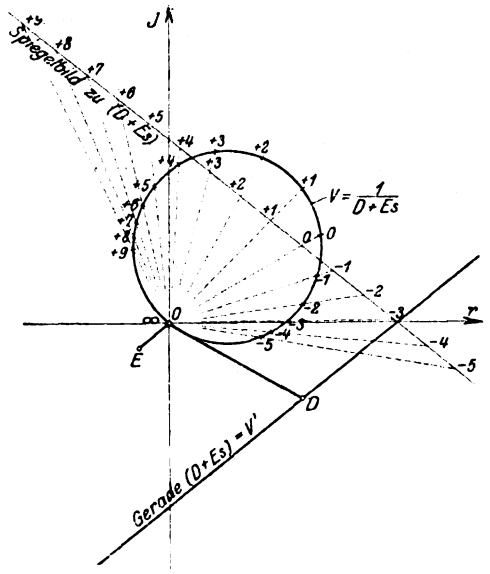


Abb. 4.

Nun fragen wir aber nach der Bedeutung der Gleichung

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{A} + \mathbf{B}s}{\mathbf{D} + \mathbf{E}s} \quad \ldots\ldots \text{(a}$$

Durch Division erhalten wir daraus

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{B}}{\mathbf{E}} + \left(\mathbf{A} - \frac{\mathbf{B}}{\mathbf{E}}\mathbf{D}\right)\frac{1}{\mathbf{D} + \mathbf{E}s} \cdot \quad \text{(a'}$$

Das gibt uns sofort die Bedeutung der zu untersuchenden Gleichung. Der Ausdruck $1:(\mathbf{D} + \mathbf{E}s)$ ist der einzige, der vom Parameter s abhängt. Es ist der vorhin gefundene Kreis. Aber die Radienvektoren an diesem Kreis erscheinen multipliziert mit einem konstanten komplexen Faktor, dem Klammerausdruck. Setzen wir wieder

$$\mathbf{V} \equiv \frac{1}{\mathbf{D} + \mathbf{E}s} \quad \text{und} \quad \mathbf{G} \equiv \left(\mathbf{A} - \frac{\mathbf{B}}{\mathbf{E}}\mathbf{D}\right) \equiv G e^{j\gamma}$$

und schreiben wir irgend einen bestimmten Wert $\mathbf{V}_1$, $\mathbf{V}_1 \equiv V_1 e^{j\nu_1}$, so ist $\mathbf{V}_1\mathbf{G} = V_1 G\, e^{j(\nu_1 + \gamma)}$. Der multiplizierte Vektor ist also das G-fache des ursprünglichen, und seine Richtung ist gegenüber der ursprünglichen um den Winkel γ verdreht. Der Kreis $1:(\mathbf{D} + \mathbf{E}s)$ wird also durch Multiplikation mit dem Klammerwert in seiner Größe verändert und um einen bestimmten Winkel verdreht, aber er geht nach wie vor durch den Ursprung, dem der Wert $v = \infty$ entspricht. Nun ist aber noch zu all diesen Radienvektoren die konstante Strecke $\mathbf{B}:\mathbf{E}$ zu addieren, d. h. der Kreis $\mathbf{G}:(\mathbf{D} + \mathbf{E}s)$ ist um diesen Betrag parallel zu sich selbst zu verschieben.

Die Gleichung

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{A} + \mathbf{B}s}{\mathbf{D} + \mathbf{E}s}$$

bedeutet also einen Kreis von allgemeiner Lage in der Ebene.

Die Gleichung für den Sekundärstrom weist zwei Besonderheiten auf. Zunächst bemerken wir, daß ihr Nenner identisch ist mit demjenigen des Primärstromes. Dieser Kreis geht also ebenfalls durch Größenänderung und Verdrehung aus dem Kreis $1:(\mathbf{D} + \mathbf{E}s)$ hervor. Die Punktverteilung der Schlüpfungsskala auf seiner Peripherie ist also geometrisch ähnlich wie auf dem Ortskreis für **I**. Das ist der Grund, weshalb dieser in verändertem Maßstab und für einen entsprechend gewählten Pol als Ursprung der Stromvektoren **J** gleichzeitig als Ortskreis des Sekundärstromes gelten kann.

Wie im besonderen hier dieser Pol liegt, erkennt man leicht aus der anderen Eigentümlichkeit der Gleichung. Da das konstante Glied des Zählers fehlt, so wird für $s = o$ auch $\mathbf{J} = \mathbf{0}$. Der Pol liegt also auf dem Kreis selbst, u. zw. eben im Punkt mit $s = o$. Der Maßstab für den Sekundärstrom läßt sich ebenfalls aus den beiden Gleichungen einfach bestimmen, wie wir später bei der Behandlung eines besonderen Zahlenbeispiels sehen werden[1]).

(Schluß folgt.)

[1]) Vgl. z. B. Arnold, „Wechselstromtechnik", Bd. 1, 2. Aufl., S. 70.

Selbsttätige Drehstromanlasser der Voigt & Haeffner A. G.

Selbsttätige Anlaßvorrichtungen verwendet man ausschließlich in intermittierenden Betrieben elektrisch angetriebener Pumpen und Kompressoren oder in Fällen, in denen aus sonstigen Gründen ein Ein- und Abschalten der Motoren aus der Ferne erwünscht ist.

Bei größeren selbsttätigen Anlaßvorrichtungen für Drehstrom erfolgt der Antrieb des Ständerschalters und des Läuferanlassers unter Benutzung eines Hilfsmotors. Besondere Schwierigkeiten erwachsen hierbei durch die Notwendigkeit, den Läuferanlasser erst bei jedem neuen Anlassen aus der Kurzschlußstellung in die Anfangsstellung zurückzubringen, damit er beim Einlegen des Ständerschalters in der Anlaßstellung steht. Dieser Umstand erfordert eine recht schwierige Schaltung mit besonderen Umkehrrelais, wenn die Konstruktion so durchgebildet ist, daß der Hilfsmotor die Drehrichtung beim Zurückschalten des Läuferanlassers in die Anfangsstellung ändern muß.

Eine wesentliche Vereinfachung in der Schaltung und Konstruktion wurde durch die von der Voigt & Haeffner A. G., Frankfurt a. M., gewählte Anordnung erzielt, bei der der verwendete Hilfsmotor stets dieselbe Drehrichtung beibehält (D. R.-P.). Hierbei spielt sich der Anlaßvorgang wie folgt ab: Der Hilfsstrom erhält durch einen beliebigen Kontaktapparat Strom und spannt zunächst das Einschaltschloß des Ständerschalters. Gleichzeitig wird zwangläufig der Läuferanlasser von der Kurzschlußstellung in die Anlaßstellung

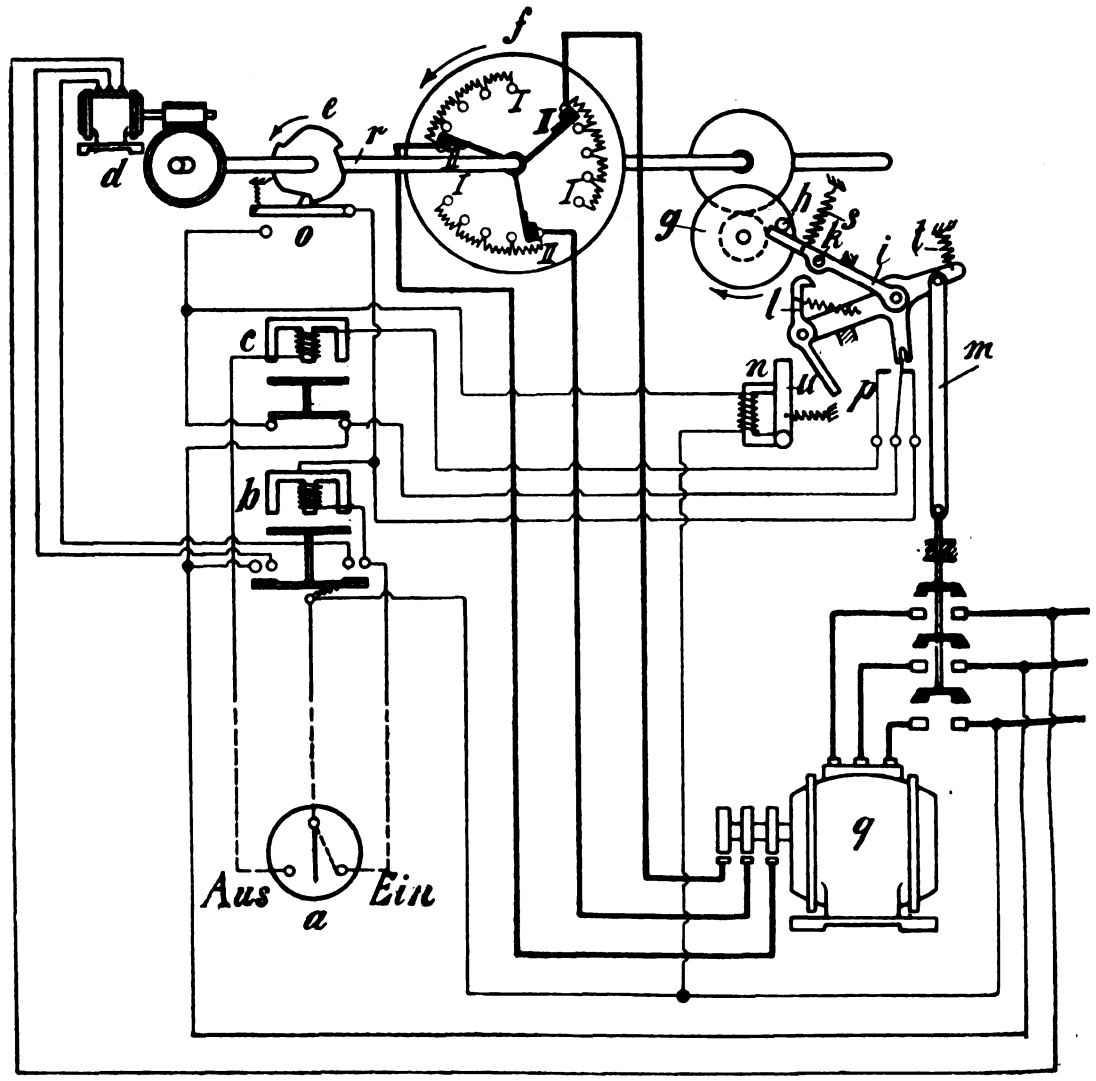


Abb. 1. Schaltung des Drehstromanlassers bei Ruhestellung des Arbeitsmotors.

[1]) Alles, was hier nur andeutungsweise dargelegt werden konnte, findet man ausführlicher behandelt in dem schon erwähnten Buche des Verfassers, und z. T. auch in der „Schweiz. Bauzeitg." vom 18. XI. 1916.

Digitized by Google

bewegt. Sobald der Läuferanlasser auf der ersten Anlaßstufe angelangt ist, wird durch das Einschaltschloß der Ständerschalter eingeschaltet. Der Läuferanlasser läuft inzwischen in gleicher Drehrichtung weiter und schließt allmählich die Widerstandsstufen im Läuferstromkreis kurz, bis die Kurzschlußstellung erreicht ist. Sofort wird der Hilfsmotor selbsttätig abgeschaltet, und das Anlassen ist vorüber. Der Läuferanlasser hat somit die gleiche Stellung wie beim Beginn des Anlaßvorganges.

Eine weitere Eigentümlichkeit der elektrisch betriebenen Selbstanlasser der genannten Firma ist die prinzipielle Verwendung der Nullspannungsauslösung am Ständerschalter, da es als unbedingtes Erfordernis erscheint, daß der

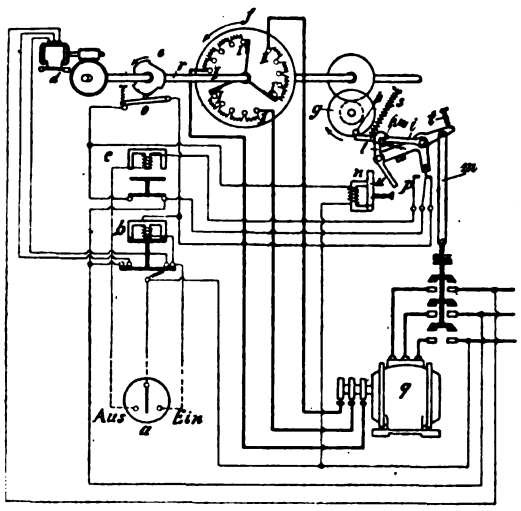


Abb. 2. Anlaßstellung vorbereitet.

Motor selbsttätig abgeschaltet wird, wenn die Spannung ausbleibt, so daß er bei wiederkehrender Spannung geschützt ist. Diese Nullspannungsauslösung hat außerdem vor allem die Annehmlichkeit, daß durch sie gleichzeitig in einfacher Weise die Abstellung des Motors bewirkt werden kann, z. B. wenn der Wasserstand in einem durch eine Pumpe gefüllten Behälter eine bestimmte Höhe erreicht hat. Dann wird mittels eines Kontaktapparates der Stromkreis der Nullspannungsspule unterbrochen, wodurch die Ausschaltung des Ständerschalters hervorgerufen wird.

Die vorteilhafte Wirkung der als charakteristisch hervorgehobenen gleichen Drehrichtung des Hilfsmotors in Verbindung mit der Nullspannungsauslösung am Ständerschalter zeigt sich am deutlichsten an folgendem Vorgang, der sich im Betriebe häufig genug abspielen kann. Bleibt während des Anlassens die Spannung plötzlich aus, so schaltet die Nullspannungsauslösung pflichtgemäß den Ständer-

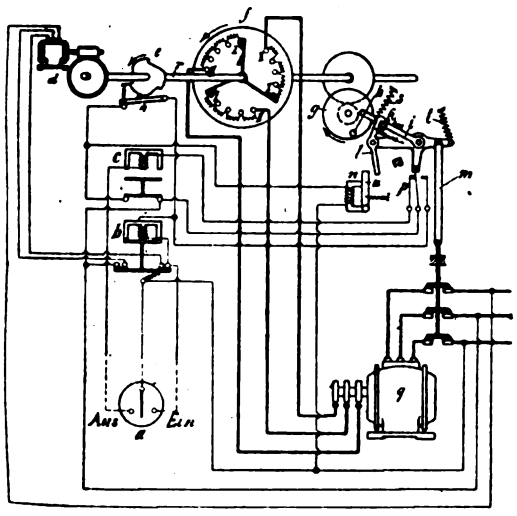


Abb. 3. Ständerschalter eingeschaltet, Anlassen beginnt.

schalter aus, und der Anlasser bleibt auf einer beliebigen Anlaßstufe stehen. Bei wiederkehrender Spannung dreht der Hilfsmotor den Anlasser weiter bis zur Kurzschlußstellung und von dort zur Anlaßstellung, während der Ständerschalter ausgeschaltet ist. Zwischen Kurzschluß- und Anlaßstellung wird erst wieder das Schloß des Ständerschalters gespannt, und, sobald die erste Anlaßstufe erreicht ist, schaltet der Ständerschalter den Arbeitsmotor ein. Der durch das Fortbleiben der Spannung unterbrochene Anlaßvorgang muß also von Anfang an wiederholt werden.

Beim Anlassen kann man vier charakteristische Stellungen unterscheiden, die aus Abb. 1 bis 4 erkenntlich sind. Abb. 1 zeigt den Arbeitsmotor in Ruhestellung. Der Ständerschalter m ist ausgeschaltet, der Läuferanlasser f in der der Kurzschlußstellung entsprechenden Endstellung *II* stehen geblieben. Soll der Motor q angelassen werden, so wird der Kontaktapparat a in die punktiert gezeichnete Einschaltstellung gebracht. Das Einschaltrelais b spricht an und schließt den Stromkreis für den

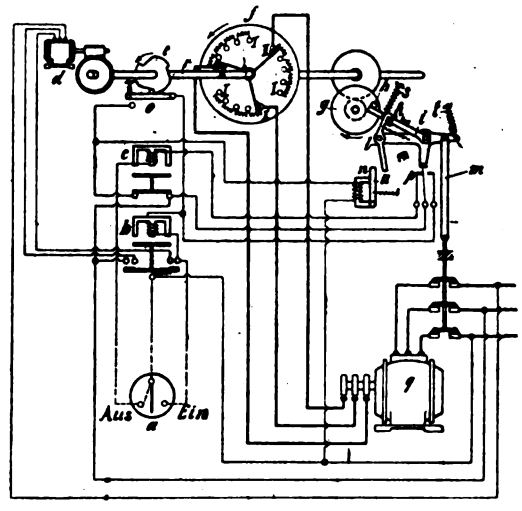


Abb. 4. Einschaltstellung, Anlassen beendet.

Hilfsmotor d, der zu laufen beginnt. Gleichzeitig wird durch das Relais b ein Umgehungskontakt geschlossen, der die vom Einschaltkontakt a eingeleitete Betätigung des Hilfsmotors d unabhängig von a übernimmt.

Der Hilfsmotor d setzt die Antriebswelle r und somit die Scheibe g in Drehung, die durch den Nocken h den Schloßhebel i mitnimmt. Die Schloßfeder s wird gespannt, bis sich der Antriebshebel i bei k mit dem Hebel l des Ständerschalters m verklinkt hat. Inzwischen hat sich zwangläufig der Bürstenstern des Läuferanlassers f von der Kurzschlußstellung *II* nach der Anlaßstellung *I* bewegt, und die Anlaßstellung des Motors q ist vorbereitet, wie in Abb. 2 dargestellt ist. Der Nocken h ist im Begriff, vom Hebel i abzugleiten, während die Bürsten des Läuferanlassers f den ersten Anlaßkontakt berühren. Im nächsten Augenblick gibt der Nocken h den Hebel i frei, und die stark angespannte Feder s wirft den durch das Schloß verklinkten Ständerschalter m in die

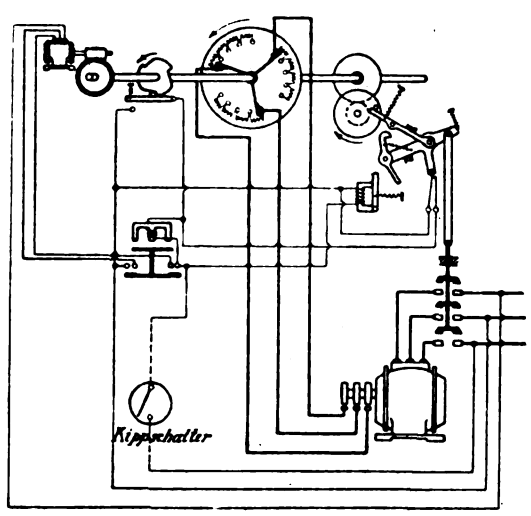


Abb. 5. Schaltanordnung bei Verwendung eines Kippschalters.

Einschaltstellung (Abb. 3). Der Motor q läuft an. Durch das Weiterlaufen des Hilfsmotors d bewegt sich der Bürstenstern über die einzelnen Anlaßstufen des Anlassers f und schließt allmählich sämtliche Vorschaltwiderstände kurz, bis der Arbeitsmotor q auf volle Umdrehungszahl gekommen ist. Sobald der Anlasser die Kurzschlußstellung *II* erreicht hat, schnappt die Nase des Kontakthebels o in die Vertiefung der Unterbrecherscheibe e, und der Kontakt bei o unterbricht den Stromkreis des Hilfsmotors d, wodurch dieser zum Stillstand kommt (Abb. 4). Der Läuferanlasser bleibt in der Kurzschlußstellung stehen, befindet sich also in der gleichen Stellung, wie beim Beginn des Anlaßvorganges.

Das Abschalten des Arbeitsmotors q wird beim Ausbleiben der Spannung durch die Betätigung der Nullspannungsauslösung n hervorgerufen. Sinkt die Spannung unter einen gewissen Betrag oder bleibt sie ganz aus, so fällt der normalerweise stets angezogene Anker u ab und schlägt auf das Schwanzende des Hebels l, wodurch die Verklinkung des Ständerschalters m gelöst wird. Durch die in der Einschaltstellung gespannte Feder t wird dieser ausgeschaltet.

Abgesehen von ihrer Verwendung als Schutzeinrichtung eignet sich die Nullspannungsauslösung jedoch vor allem zur willkürlichen Abschaltung des Motors q. Hierbei wird die Kontaktvorrichtung a in die Ausschaltstellung gebracht, wie in Abb. 4 punktiert gezeichnet. Das Ausschaltrelais c erhält Spannung und öffnet den Stromkreis der Nullspannungsspule n, so daß der Anker u abfällt und den Ständerschalter m in der eben beschriebenen Weise zum Ausschalten bringt.

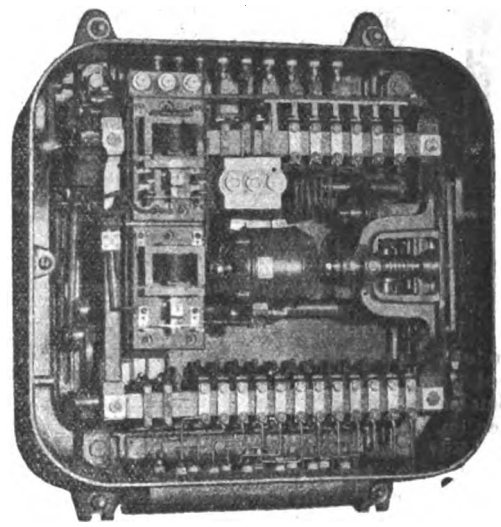


Abb. 6. Selbsttätiger Drehstromanlasser, 40 kW, 500 V.

Zum Schutz der Relaisspulen b und c dient der zwangläufig mit dem Ständerschalter m verbundene Umkehrschalter p. Sobald eines von beiden Relais seinen Zweck erfüllt hat, wird der Stromkreis für das zuletzt betätigte Relais ab- und auf das andere Relais umgeschaltet, so daß eine falsche Betätigung der Relais niemals möglich ist.

Häufig verwendet man als Kontaktapparat für den Hilfsstromkreis einen auf dem Prinzip der Kippschalter aufgebauten Betätigungsschalter. Dieser Apparat wirkt genau wie ein gewöhnlicher Hebelschalter, d. h. der Arbeitsstrom, der beispielsweise den Antrieb eines Pumpwerkes bewirkt, bleibt solange eingeschaltet, wie der Schalter eingeschaltet ist. Bei dieser Anordnung ergibt sich eine nicht unerhebliche Vereinfachung in der Schaltung, da der Kippschalter in den direkten Stromkreis der Nullspannungsspule eingebaut wird und das Ausschaltrelais c entbehrt werden kann (Abb. 5). Die Nullspannungsspule erhält nur solange Spannung, wie der Kontaktapparat (Kippschalter) eingeschaltet ist. Da dieser meist in größerer Entfernung vom Anlasser montiert wird, spart man nach der Schaltung (Abb. 5) eine Fernleitung.

Das in Abb. 1 bis 4 angewendete Prinzip kehrt bei allen von der Voigt & Haeffner A. G. ausgeführten Konstruktionen wieder. Eine infolge ihrer Übersichtlichkeit recht gefällige Bauart stellt der in Abb. 6 abgebildete selbsttätige Drehstromanlasser dar, für kleinere Leistungen bis 40 kW und für Spannungen bis 500 V bestimmt. Sämtliche Apparate mit Ausnahme der Anlaßwiderstände sind in einem staubdichten Gußgehäuse untergebracht. Der Deckel des Gehäuses ist als Tür aufklappbar angeordnet und gestattet durch ein großes

Digitized by Google

Fenster eine bequeme Kontrolle der Apparate. Ständerschalter sowohl als auch Läuferanlasser sind als Schaltwalzenapparate ausgebildet. Der Hilfsmotor benötigt zu seinem Betriebe Niederspannung bis höchstens 220 V. Höhere Spannungen als diese erfordern den Anschluß des Hilfsmotors an einen Spannungswandler, oder, falls eine besondere Gleichstrom-Niederspannungsleitung vorhanden, kann der Motor auch in deren Stromkreis gelegt werden.

Für chemische Betriebe, in denen sich eine staubfreie Abdichtung der Apparate als nicht genügend erweist, wird der gleiche Drehstromanlasser in ein Ölbad gesetzt (Abb. 7). Bemerkenswert ist dabei, daß auch der Hilfsmotor und die Anlaßwiderstände sich unter Öl befinden. Infolge des durch das Ölbad erhöhten Isolationsvermögens können diese Anlasser für gleiche Leistungen bis 1000 V verwendet werden.

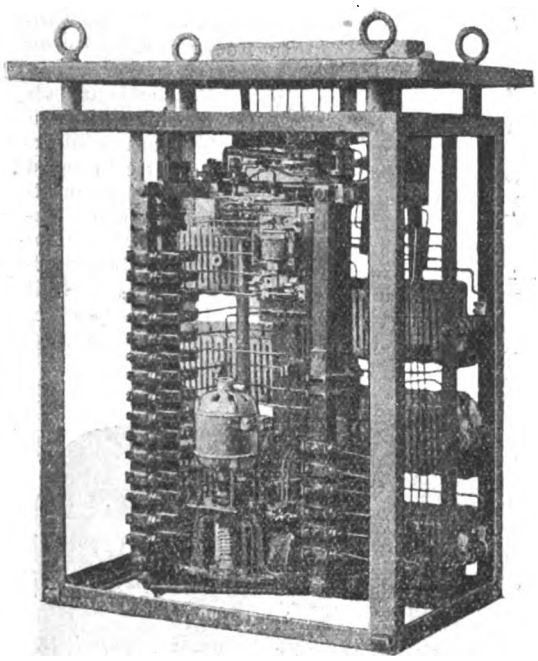


Abb. 7. Selbsttätige Drehstrom-Ölanlasser, staubdicht, 1000 V.

Für alle weiteren Ausführungen ist das selbsttätige Anlaßschaltwerk mit Hilfsmotor als besonderer Apparat ausgebildet, von dem aus Ständerschalter und Läuferanlasser angetrieben werden, gleichgültig, welcher Art diese sind. Die ganze Steuervorrichtung sitzt in einem Gußgehäuse (Abb. 8). Der Hilfsmotor ist für Spannungen bis 500 V geeignet.

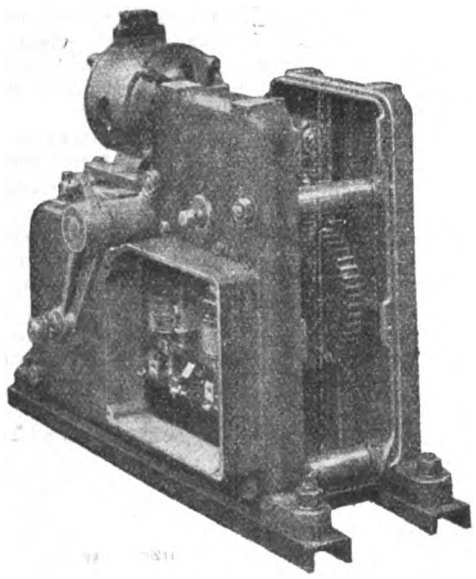


Abb. 8. Steuerapparat.

Für Leistungen bis 100 kW bei 500 V Betriebsspannung wird als Ständerschalter ein besonders kleiner Ölschalter von gekapselter Bauart verwendet, wie er zu linker Hand in Verbindung mit dem Steuerapparat in Abb. 9 dargestellt ist. Die gleiche Abbildung zeigt den getrennt angeordneten Luftanlasser für den Läufer, dessen Antrieb durch eine Kettenradübersetzung erfolgt. An Stelle des Luftanlassers läßt sich selbstverständlich auch ein Ölanlasser oder ein Schaltwalzenanlasser mit getrenntem, zugehörigen Widerstand verwenden.

Für Spannungen über 500 V und Leistungen von 15 bis 250 kW wird der Ständerschalter

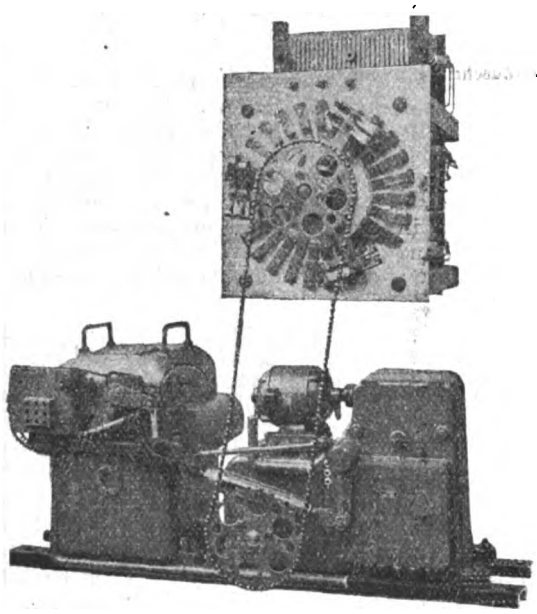


Abb. 9. Selbsttätiger Drehstromanlasser, 100 kW, 50 V, mit Steuerapparat.

durch Ölschalter größerer Bauart gebildet, die in gleich einfacher Weise mit dem Anlaßschaltwerk gekuppelt werden können. Abb. 10 zeigt eine derartige Zusammenstellung für einen Drehstrommotor von 90 kW bei 5000 V. Der

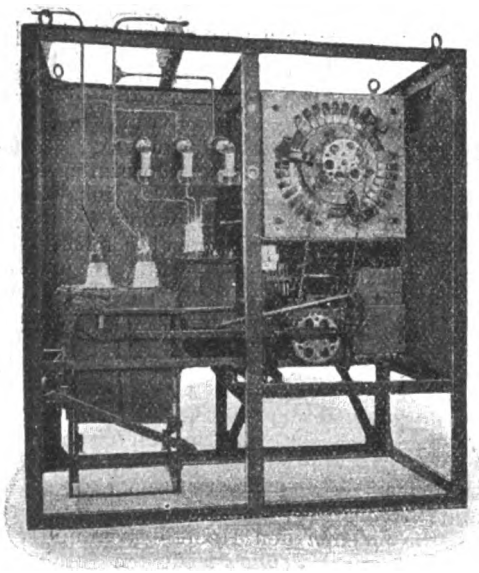


Abb. 10. Selbsttätiger Drehstromanlasser für große Leistungen.

gesamte Apparat ist in einem mit Türen versehenen Eisengerüst eingebaut, das in eine Niederspannungs- und eine Hochspannungsseite geteilt ist.

Bei allen vorstehend beschriebenen selbsttätigen Anlaßvorrichtungen wurde durch die Anordnung, daß der Hilfsmotor in jeder Anlaßperiode stets die gleiche Drehrichtung beibehalten muß, der empfindlichste Teil der Anlaßvorrichtung, der Steuerapparat, zu einem recht einfachen Apparat gestaltet. Ein falsches Anlassen ist bei dieser Anordnung gänzlich ausgeschlossen, da der Hilfsmotor den Anlasser stets erst wieder in die Anfangsstellung bringen muß und dann erst der Anlaßvorgang von neuem beginnen kann. W. Ernst.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Die Überwindung der Erdkrümmung durch die Wellen der drahtlosen Telegraphie.

[Jahrb. d. drahtl. Telegr., Bd. 12, S. 2.]

A. Sommerfeld gibt einen Bericht über den gegenwärtigen Stand dieses Problems. Nicht die geometrische, sondern die physikalische Optik muß hier berücksichtigt werden, aber auch nicht die gewöhnliche, sondern eine mit tieferer, mathematischer Analyse durchgeführte Beugungstheorie, die das Feld eines elektromagnetischen Dipols (Antenne) in der Umgebung einer leitenden (mit Seewasser bedeckten) Erdkugel strenge ermittelt. Hierin haben Macdonald, J. W. Nicholson, Poincaré, dann aber besonders eingehend, auf des Verfassers Veranlassung, March gearbeitet, dessen entstellender Fehler bald darauf durch W. v. Rybczynski verbessert worden ist. Über den halben Erdquadranten würde die Amplitude des von Rybczynski berechneten „Dämpfungsfaktors" — oder nach Sommerfeld besser gesagt: „Zerstreuungsfaktors" — auf $^1/_{180}$ ihres Wertes bei kleinen Entfernungen abnehmen.

Verglichen mit den Austinschen Messungen zeigt sich, daß die gefundene, theoretische Schaulinie der Empfangsströme in ihrer Abhängigkeit von der Reichweite den Tagesbeobachtungen sogar besser gerecht wird als die empirische Schaulinie; die Schwächung wächst exponentiell. Durch Vergrößerung der Wellenlänge wird nach der Theorie die Zerstreuung herabgesetzt. Der Zerstreuungsfaktor selbst wird bei Rybczynski etwa gleich der Quadratwurzel des von Nicholson berechneten Wertes. Daher können nun die tatsächlichen Reichweiten aus der reinen, elektromagnetischen Theorie berechnet werden. Die Mithilfe reflektierender Luftschichten ist nur noch für abnorm große und unregelmäßige Reichweiten als sekundäre Erscheinung heranzuziehen.

Zdr.

Bemerkungen zum Widerstand von radiotelegraphischen Antennen.

[L. W. Austin. Scientific Papers des Bureaus of Standards Nr. 257.]

Das Marine-Radiolaboratorium der Vereinigten Staaten hat sich mit der Tatsache beschäftigt, daß der Strahlungswiderstand einer Antenne bei zunehmender Wellenlänge entgegen der Theorie, nach der er entsprechend der Formel $R_r = 160\,\pi^2 \frac{h^2}{\lambda^2}$ mit dem Quadrat der Wellenlänge abnehmen müßte, in der Praxis mehr oder weniger wächst. Die Ursache dieser Erscheinung ist bislang in der Erdverbindung der Antenne vermutet worden. Die Untersuchungen des Laboratoriums haben diese Vermutung bestätigt mit der Einschränkung, daß die Erde in diesem Falle nicht als Leiter, sondern als Dielektrikum eines Kondensators angesehen werden muß, der von der Antenne und dem Grundwasser gebildet wird. Es werden Schaubilder für den Strahlungswiderstand einiger Antennen und den Äquivalentwiderstand eines Glaskondensators bei wachsender Wellenlänge gebracht. Das letzte zeigt, daß der Widerstand des Kondensators unmittelbar der Wellenlänge entsprechend steigt.

Rp.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Verbesserung des Leistungsfaktors in Elektrizitätswerken durch Tarifmaßnahmen.

[Bulletin des S. E. V. Bd. 8, S. 201.]

Der Schweizerische Elektrotechnische Verein hatte eine Umfrage unter den größeren schweizerischen Elektrizitätswerken veranstaltet, um zu ermitteln, wie sich die Werke zu der Frage stellten, Verbesserungen des Leitungsfaktors durch tarifarische Maßnahmen anzustreben. Das Ergebnis der Umfrage, welche von zwanzig Unternehmungen ausführlich beantwortet wurde, läßt das Bedürfnis nach derartigen Maßnahmen zur Verbesserung der Belastungsverhältnisse, bzw. die Notwendigkeit einer höheren Bezahlung der durch die Natur der Stromverbraucher bedingten ungünstigen Belastung klar zu Tage treten. Die durch die Umfrage gesammelten Äußerungen ergeben folgende einheitliche Gesichtspunkte für die Grundzüge der zu ergreifenden Maßnahmen.

1. Maßnahmen zur Verbesserung des Leistungsfaktors der Elektrizitätswerke können nur auf tarifarischem Wege den gewünschten Erfolg erzielen. Dies trifft gegenwärtig im besonderen Maße zu, weil technische Hilfsmittel, die den gleichen Zweck anstreben, zur Zeit nicht mit angemessener Frist zu beschaffen sind.

2. Die Maßnahmen sind in erster Linie auf solche Abnehmer anzuwenden, deren Anlage eine Beeinflussung ihres Leistungsfaktors in erheblichem Maße ermöglicht, also z. B. Abnehmer mit eigener Primäranlage, mit Synchronmotoren, und mit kompensierbaren Asynchronmotoren. Hierbei wird zur Interessierung der Abnehmer an der Verbesserung des cos φ

Digitized by Google

zweckmäßig ein Tarifsystem in Anwendung gebracht, wobei der Energiebedarf innerhalb bestimmter Grenzen des Leistungsfaktors (etwa zwischen 0,7 und 0,75) ohne Zuschlag und Rabatt nach dem gewöhnlichen kWh-Tarif berechnet wird, um beim Überschreiten dieser Grenzen einen geeigneten Zuschlag bei niedrigerem cos φ bzw. einen Rabatt bei höherem cos φ in Anrechnung zu bringen. Zuschlag und Rabatt können abgestuft werden.

3. In zweiter Linie kommen Abnehmer in Frage, denen innerhalb gewisser Grenzen eine Beeinflussung des Leistungsfaktors ihrer Anlagen durch passend gewählte Gebrauchsweise möglich ist, z. B. Abnehmer mit einem oder mehreren größeren Motoren, deren Inanspruchnahme auf günstigste Belastung hin eingeteilt werden kann. Hierfür kann bei großem Anschlußwert zur Interessierung des Abnehmers an der Hochhaltung des Leistungsfaktors eventuell das unter 2 genannte Tarifsystem in Anwendung kommen. Der gleiche Zweck ist unter Umständen auch auf einfacherem Wege zu erreichen, beispielsweise durch einen Tarif wie oben beschrieben, der auf die Betriebsstundendauer Rabatt gewährt.

4. In dritter Linie können die Maßnahmen auf Anschlußwerte ausgedehnt werden, die der Natur ihres Strombezugs gemäß unvermeidlich zu großer Phasenverschiebung Anlaß geben, wie z. B. Aufzugsmotoren, gewisse elektromedizinische Apparate u. dergl. Die Verrechnung des Bedarfs an wattloser Energie kann in diesem Fall in Form eines einfachen Zuschlages auf den kWh-Tarif erfolgen, der nach Maßgabe des zu ermittelnden Leistungsfaktors bestimmt wird. (Bei größeren Anschlüssen durch Registrierinstrumente, bei kleinen Anschlüssen durch einmalige Messung oder, basierend auf dem Anschlußwert in kVA.) Für solche Fälle bietet unter Umständen die Verwendung komplexer Zähler System Arnò eine gute Lösung. —z.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Drahtösenklammern.

Die Hermann Albert Bumke, Elektrizitäts-Gesellschaft, Hannover, bringt unter obigem Namen ein Hilfsmittel für die Herstellung von Leitungsanschlüssen auf den Markt, welches Kabelschuhe in gewissen Fällen entbehrlich macht und deshalb besonders geeignet ist für Leitungen aus Zink oder Aluminium, bei denen Lötungen am besten vermieden werden. In Abb. 1 ist diese Klammer dargestellt; sie

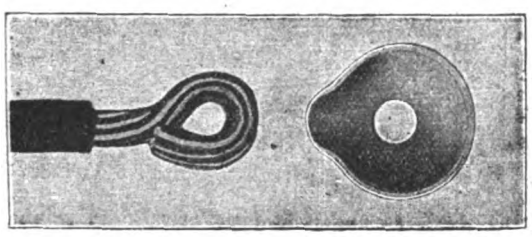


Abb. 1. Drahtösenklammer.

wird über das zu einer Öse gebogene Litzen- oder Drahtende gelegt und durch Anziehen der Befestigungsschraube angedrückt. Die Klammer wirkt wie eine Unterlegscheibe, verhindert aber gleichzeitig durch ihre hohle Form ein seitliches Ausweichen der Drahtenden. Abb. 2 zeigt solche Verbindungen, die

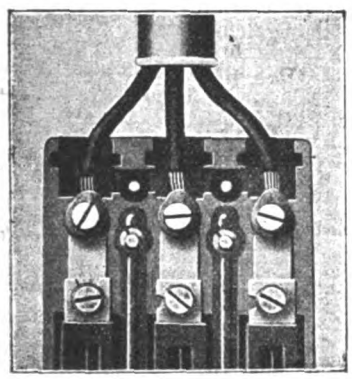


Abb. 2. Drahtösenklammer montiert.

sicher, schnell und billig herzustellen sind. Die Drahtösenklammer wird in 4 Größen für 10, 16, 25 und 35 mm² geliefert. -z.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Amt Kurfürst, Nr. 9820, zu richten.)

Die nächste Sitzung (Jahresversammlung) des Elektrotechnischen Vereins findet statt am

Dienstag, dem 29. Januar 1918, abends 7 ½ Uhr,

im Hause der Vereins Deutscher Ingenieure, Sommerstr. 4a.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Wahl des Vorstandes und Ergänzungswahl des Ausschusses.
3. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. R. Rüdenberg über: „Neue Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme".

Inhaltsangabe.

Anlauf von Drehfeldmotoren durch Verändern des Schlupfwiderstandes von Hand. Anlaufdrehmoment und Wirkungsgrad von Kurzschlußankern. Die Anlaßverluste beim Leeranlauf, ihre Abhängigkeit von der Anlaßmethode. Der Anlaßtransformator im Rotorkreise. Anlasser mit Stromverdrängung. Die magnetische Streuung des Motors und ihre Verwendung zur Erzeugung tertiärer Ströme. Natürliche und künstliche Stromverdrängung und Wirbelstrombildung in den Ankerleitern. Der Boucherot-Anker. Einfluß der Wirbelströme auf Rotorwiderstand und Streuung des Motors. Quantitative Berechnungen und Versuchsergebnisse. Die Drehmomentkurven des S-, K- und R-Ankers.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
L. Schlüter.

LITERATUR.

Besprechungen.

Gegenwart und Zukunft der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland und Österreich. Von Ingenieur Max Ried in Wien. 80 S. in 8°. Verlag von Urban & Schwarzenbach. Berlin und Wien 1917. Preis 3 M.

Im Teil I erörtert der Verfasser die Frage der privaten oder öffentlichen Elektrizitätsversorgung, im Teil II die Wirkungen des Krieges auf diese Frage und im Teil III die Grundlagen einer staatlichen Elektrizitätswirtschaft. Nachdem er weiter im Teil IV und V die tatsächlichen Versorgungsverhältnisse in den größeren deutschen Bundesstaaten und in Österreich geschildert hat, schließt er im Teil V mit Vorschlägen und Richtlinien für eine gemeinschaftliche Elektrizitätsversorgung Österreichs.

Wesentlich neue Gesichtspunkte, die in der bisherigen Literatur noch nicht zum Ausdruck gekommen wären, bringt der Verfasser nicht. Er steht auf dem Standpunkt, daß die durch die technische Entwicklung verursachte Konzentration und die Gefahr des Privatmonopols in den Händen der Großkonzerne sowie eine unwirtschaftliche Zersplitterung in der Elektrizitätserzeugung ein starkes Eingreifen des Staates unerläßlich machen. Manche Bedenken gegen einen solchen staatlichen Eingriff habe die Erfahrung, die wir im Laufe des Krieges in so mancher Beziehung gemacht haben, zerstreut. Die Gemeinden könnten als Träger der Elektrizitätsversorgung nicht in Betracht kommen, weil sie infolge ihrer räumlichen Beschränkung und auch infolge ihrer materiellen und rechtlichen Schranken dazu nicht geeignet seien. Vielfach habe eine Gemeindepolitik auf diesem Wirtschaftszweig die bestehende Zersplitterung in der Elektrizitätserzeugung sogar mit vermehren helfen. Mit Recht erkennt Verfasser wohl die Verdienste der Gemeinden auch auf diesem Gebiete an, indessen sei dieser Zweig bei seiner extensiven Entwicklung aus der Stadtwirtschaft hinausgewachsen; die Gemeindetätigkeit habe aber bewiesen, daß die öffentlich-rechtlichen Körperschaften sehr wohl befähigt seien, wirtschaftliche Unternehmungen mit Erfolg zu führen. Die staatliche Tätigkeit will er auf die Großerzeugung und die Fortleitung beschränkt wissen, die Verteilung an die Verbraucher sei Kleinarbeit, dazu sei die lokale Gemeinde besser als der Staat geeignet. Die private Tätigkeit will er auch nicht gänzlich ausschalten, ihr werde noch lange Jahre ein reiches Betätigungsfeld, wenn auch nicht mehr schrankenlos, bleiben, da der Staat nur schrittweise vorgehen solle. Im Gegensatz zu einer großen Meinungsrichtung, die besonders in der allerletzten Zeit an Anhang zu gewinnen scheint, bekämpft Verfasser die Ansicht, daß der Staat die Elektrizität zu einem Finanzmonopol ausgestalten müsse, es wäre verkehrt, sogleich große Erträge herauswirtschaften zu wollen; ob das überhaupt möglich sei, hält er noch gar nicht für feststehend. Volkswirtschaftliche Gesichtspunkte allein müßten den Staat in dieser Frage leiten, Verbilligung und Verbreitung der Energie, auch in wirtschaftlich schwache und abgelegene Gebiete, damit Hebung der Wirtschafts- und Steuerkraft des Volkes sei die wichtigste Aufgabe des Staates, vor allem nach dem Kriege, wenn es gelte, die Produktionskraft unseres Volkes in allen seinen Teilen mit allen nur möglichen Mitteln zu stärken. Diese weitschauende, großzügige Auffassung des Verfassers verdient ernsteste Beachtung. Die gesamte Staatstätigkeit auf diesem Gebiete solle daher Anstaltscharakter tragen; damit die Erträgnisse, wenigstens bis zur allgemeinen Vollendung des Versorgungsausbaues, immer nur für dieselben Zwecke verwendet würden, müsse die Finanzgebarung in diesem Zweig aus dem allgemeinen Staatshaushalt ausscheiden und einen besonderen Etat bilden. Für die erste Zeit wird dieses Ausscheiden des Elektrizitätsetats sicherlich notwendig und zweckmäßig sein, auf die Dauer kann diese Fondswirtschaft aber wohl kaum gebilligt werden. Auch die Betriebsführung hebt der Verfasser aus der allgemeinen Staatsverwaltung heraus, er schlägt dazu eine unabhängige gemischte Verwaltungskommission vor: diese soll den Gesamtversorgungsplan ausarbeiten, die Gebiete abgrenzen, die Wasserkräfte möglichst nutzbar machen u. dergl. Aus den Privatindustriellen der einzelnen versorgten Gebiete wäre noch ein Elektrizitätsbeirat zu bilden.

Die bisherigen Versuche, die Elektrizitätsversorgung gesetzlich sicherzustellen, seien, unter dem Einfluß der Privatindustrie, stets von der Grundlage der Gewährung eines Wegerechtes ausgegangen; dabei wollte man auch immer Bestimmungen aufnehmen (z. B. über Haftpflicht, Schutz u. dergl.), die mit einer positiven Förderung der Stromversorgung durch den Staat keinen Zusammenhang hätten. Im Gegensatz dazu erhebt der Verfasser die Forderung nach einem Elektrizitäts-Wirtschaftsgesetz, in dem die wirtschaftliche Förderung unter aktiver Beteiligung des Staates sichergestellt werden soll. In einem solchen Elektrizitäts-Wirtschaftsgesetz muß dem Staat das Recht gegeben werden, die Stromversorgungsgebiete abzugrenzen und Grundsätze über die Ausführung der Versorgung innerhalb der Gebiete festzusetzen; es sollen darin nur allgemeine Richtlinien über den Gesamtversorgungsplan aufgestellt werden, sowie über den Anteil des Staates und die Art und Weise seines Vorgehens und die Mittel dazu; die Grundsätze über die Arbeitsweise der staatlichen Abteilung für Elektrizitätswirtschaft und des Elektrizitätsbeirates seien darin ebenfalls festzulegen. Dann soll das Elektrizitäts-Wirtschaftsgesetz normative Bestimmungen über Bau und Betrieb, gegenseitigen Zusammenschluß enthalten, nur solche Neuanlagen dürften nach dem Elektrizitäts-Wirtschaftsgesetz konzessioniert werden, die sich dem allgemeinen Versorgungsplan einfügen. Eine staatliche Tarifhoheit und ein Betriebsüberwachungsrecht enthält der Gesetzesvorschlag ebenfalls. Das Zusammenarbeiten des Staates mit Privaten erfolgt am besten in gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen; darin dürfe aber der öffentliche Teilhaber lokal und materiell nicht beschränkt sein, damit nicht der private Teilhaber, der meistens doch nur ein lokaler Exponent einer nach einheitlichen Gesichtspunkten geleiteten großen privaten Unternehmung sei, das Übergewicht gewinne. Im großen und ganzen müsse der jetzige Entwicklungszustand der Konzentration durch entsprechende Organisationsmaßnahmen für die Allgemeinheit nutzbar gemacht werden; insoweit habe der Privatunternehmer bisher brauchbare Vorarbeit geleistet.

Die Ausführungen des Verfassers sind sehr klar und überzeugend geschrieben, und seine Vorschläge, die er am Schluß des V. Teils zusammenfassend präzisiert, geben eine brauchbare Grundlage für eine, wenn auch schonende, aber doch energische Staatspolitik in der Frage der Elektrizitätsversorgung.

Dr. Rudolf Fischer, Reichenbach i. V.

Digitized by Google

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Handbuch der allgemeinen Chemie. Unter Mitwirkung vieler Fachleute herausgegeben von Prof. Wilh. Ostwald und Prof. Carl Drucker. Bd. II: Die Edelgase. Von Sir William Ramsay und Dr. George Rudorf. VIII und 407 S. in 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig 1918. Preis 26 M.

Elastizität und Festigkeit. Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmäßige Grundlage. Von Prof. Dr.-Ing. C. Bach. 7. verm. Aufl. Unter Mitwirkung von Prof. R. Baumann. XXVIII u. 703 S. in 8°. Mit zahlreichen Abb. u. Tafeln. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb 28 M.

Die Selbstkostenberechnung im Fabrikbetriebe. Praktische Beispiele zur richtigen Erfassung der Generalunkosten bei der Selbstkostenberechnung in der Metallindustrie. Von O. Laschinski. 68 S. in 8° Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 3 M.

Bekanntmachungen über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter in den Jahren 1909 bis 1916. Band 2. Nr. 47 bis 110. System $\frac{}{51}$ bis $\frac{}{91}$. Zugelassene Änderungen dieser und älterer Systeme. Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Verlag von Julius Springer, Berlin 1917. Preis 0,30 M.

[Die Zusammenstellung enthält ein Verzeichnis der Bekanntmachungen allgemeinen Inhalts, Verzeichnisse der Firmen, der Systemnummern von Zählern, der Formenzeichen von Zählern, der Systemnummern von Apparaten und der Prüfämter. Diese Verzeichnisse gestatten, für eine bestimmte Systemnummer oder ein Formzeichen einer Firma die einschlägige Bekanntmachung aufzufinden. Da derartige Verzeichnisse für den ersten Band fehlten, so ist die obige Zusammenstellung auf sämtliche bisher erschienenen Bekanntmachungen ausgedehnt worden.]

Statistiek van Electrische Spoor- en Tramwegondernemingen in Nederland voor 1916 en Statistiek van Electriciteitsbedrijven in Nederland voor 1916. Herausgegeben vom Koninklijk Institut van Ingenieurs, s'Gravenhage.

Bleilötung. Eine Anleitung für Bleilöter. Von Ingenieur Th. Kautny. Mit 204 Abb. VI und 188 S. in 8°. Verlag von Carl Marhold. Halle 1917. Preis 2 M.

Karbidmangel. Vorschläge, das Azetylen als Brenngas zur autogenen Schweißung durch andere Arbeitsverfahren zu ersetzen. Von Ingenieur Th. Kautny. 32 S. in 8°. Verlag von Carl Marhold. Halle 1917. Preis 1 M.

Die Metalle. Ihre Gewinnung und ihre Eigenschaften. Zusammengestellt vornehmlich für Autogenschweißer von E. de Syo in München. 2. Aufl. Mit 12 Abb. 76 S. in 8°. Verlag von Carl Marhold. Halle 1917. Preis 1,80 M.

Praktische Mathematik. 1. Teil: Graphische Darstellungen. Verkürztes Rechnen. Das Rechnen mit Tabellen. Mechanische Rechenhilfsmittel. Kaufmännisches Rechnen im täglichen Leben. Wahrscheinlichkeitsrechnung. Von Prof. Dr. R. Neuendorff. 2. verbesserte Aufl. Mit 29 Abb., 1 Tafel. 106 S. in 16°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1917. Preis geb. 1,50 M.

Max Maria von Weber. Ein Lebensbild des Dichter-Ingenieurs mit Auszügen aus seinen Werken. Von Dipl.-Ing., Carl Weihe. Nobst Erstdruck des Aufsatzes „Unter den Wassern und in den Lüften". Von Max Maria von Weber. Mit 1 Abb. 123 S. in 16°. Selbstverlag des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1917. Im Buchhandel zu beziehen durch die Verlagsbuchhandlung von Julius Springer. Berlin W. 9. Preis 2,40 M.

Doktordissertationen.

L. Schultheiss. Wirkungsgrad und Leistungsfähigkeit von Fernsprechleitungen. Technische Hochschule, München 1917.

K. Hencky. Über die Abnahmeprüfung von Wärmeschutzanlagen durch Messung der Oberflächentemperaturen. Die Nischenheizung in Gemäldegalerien. Technische Hochschule. München 1917.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Siemens & Halske A.G., Berlin.[1]) Nach dem Bericht über das am 31. VII. 1917 abgelaufene 21. Geschäftsjahr betrugen der Geschäftsgewinn 16,701 Mill. M (16,142 i.V.), Handlungsunkosten 1,249 Mill. M (1,112 i.V.), Zinsen 1,822 Mill. M (1,843 i.V.), Abschreibungen 0,466 Mill. M (0,430 i.V.), Kriegsfürsorge 1,5 Mill. M (wie i.V.). Von dem sich ergebenden Überschuß von 12,875 Mill. M (12,503 i.V.) werden 12% Dividende auf 63 Mill. M Aktienkapital (wie i.V.) verteilt, 2 Mill. M (wie i.V.) werden der Sonderrücklage, 0,5 Mill. M (wie i.V.) dem Dispositionsfonds zugeführt, 1,2 Mill .M (0,900 i.V.) erhalten Angestellte und Arbeiter, 0,332 Mill. M (wie i.V.) der Aufsichtsrat, 1,283 Mill. M (1,212 i.V.) werden vorgetragen. In der mit 235,740 Mill. M (216,673 i.V.) abschließenden Bilanz sind bewertet Grundstücke mit 8,793 Mill. M (8,398 i.V.), Gebäude mit 11,648 Mill. M (19,570 i.V.), Rohstoffe mit 4,467 Mill. M (2,681 i.V.), Fabrikate mit 34,658 Mill. M (21,386 i.V.), Unternehmungen und Beteiligungen mit 84,779 Mill. M (87,040 i.V.), Wertpapiere, Sicherheiten und Hypotheken mit 20,985 Mill. M (13,946 i.V.), Kasse und Bankguthaben mit 22,690 Mill. M (34,729 i.V.). Schuldnern (einschl. Gewinn von den S.S.W.) mit 46,519 Mill. M (43,300 i.V.) stehen Gläubiger mit 37,522 Mill. M (28,383 i.V.) gegenüber. —*z.*

Maschinenfabrik Oerlikon.[2]) Nach dem Bericht über das am 30. VI. 1917 abgelaufene Geschäftsjahr war die Nachfrage nach den Erzeugnissen der Abteilung für allgemeine elektrische Maschinen und Transformatoren des Unternehmens fortwährend eine sehr lebhafte, so daß trotz der durch die Preissteigerung der Rohmaterialien und gesteigerte Herstellungskosten bedingten Preiserhöhungen und der verlängerten Lieferzeiten die gesamte Erzeugung abgesetzt wurde, ohne daß damit der Nachfrage hätte genügt werden können. Für eine größere ausländische Kraftübertragungsanlage wurden Transformatoren und Schaltapparate für 120 kV fertiggestellt. Große Aufträge hatte die Abteilung für Hebezeuge und elektromechanische Anwendungen. Der herrschenden Kohlenknappheit Rechnung tragend, wurde der elektrischen Heizung und Warmwassererzeugung für industrielle Zwecke vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt. Die Bahnabteilung hat die Studien für die Probelokomotiven der Schweizer Bundesbahnen beendigt. Diese Lokomotiven werden im neuen Rechnungsjahr zur Ablieferung kommen. Das neu eingeführte Zugbeleuchtungssystem hat sich vorzüglich bewährt.

Die starke Vergrößerung des Rohmaterialkontos und die nach Friedensschluß bevorstehenden Aufgaben, welche eine Ausdehnung der Betriebe bedingen werden, machten die Erhöhung des Aktienkapitals von 8 auf 16 Mill. Fr notwendig.

Einnahmen von 3,726 Mill. Fr (3,403 i.V.) stehen gegenüber Verwaltungsunkosten von 1,040 Mill. Fr (0,990 i.V.), Abschreibungen von 1,108 Mill. Fr (1,077 i.V.); als Reingewinn werden 1,018 Mill. Fr (0,918 i.V.) ausgewiesen. Aus dem Überschuß von 1,092 Mill. Fr (0,986 i.V.) werden 7% Dividende auf 8 Mill. Fr (wie i.V.) bezahlt. Der Verwaltungsrat erhält 61 820 Fr (51 812 i.V.), der Arbeiter- und Beamtenfonds 0,2 Mill. Fr (wie i.V.), der außerordentliche Reservefonds 0,2 Mill. Fr (0,1 i.V.), 70 651 Fr werden auf neue Rechnung vorgetragen (74 264 i.V.).

Die Bilanz schließt ab mit 24,836 Mill. Fr (20,820 i.V.) und bewertet u. a. Grundstücke und Fabriken mit 2,535 Mill. Fr (2,940 i.V.), Vorräte, fertige und in Ausführung begriffene Maschinen und Anlagen mit 8.249 Mill. Fr (5,824 i.V.), Beteiligungen mit 0,434 Mill. Fr (0,538 i.V.), Guthaben bei Banken und Schuldnern mit 10,142 Mill. Fr (8,445 i.V.). An Passiven seien angeführt: Obligationen mit 4 Mill. Fr (wie i.V.), Reservefonds mit 1.300 Mill. Fr (1,100 i.V.), Beamten- und Arbeiterfonds mit 1,055 Mill. Fr (0,855 i.V.), Anzahlungen und verschiedene Gläubiger mit 6,785 Mill. Fr (3,847 i.V.). *Mn.*

Niederschlesische Elektricitäts- u. Kleinbahn-A.G. Waldenburg i. Schl.[3]) Nach dem Bericht über das 21. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Gesamteinnahmen 2,657 Mill. M (2,438 i.V.), die Einnahmen aus Stromlieferung 1,802 Mill. M (1,754 i.V.), aus Bahnbetrieb 0,728 Mill. M (0,563 i.V.), der Reingewinn 0,600 Mill. M. Es sollen 7% Dividende (8% i.V.) auf 7 Mill. M gezahlt werden. Der Anschlußwert betrug 22 984 kW (22 108 i.V.), die Stromabgabe 30,769 Mill. kWh (28,264 i.V.). Der Bahnverkehr weist eine Steigerung um 33% auf, entsprechend 6,587 Mill. Fahrgästen und 1,476 Mill. Wagenkm.

[1]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 32.
[2]) Über 1915/16 vgl. „ETZ" 1916, S. 708.
[3]) Bericht über 1912/13 vgl. „ETZ" 1913, S. 1271.

Dividenden. Norddeutsche Kabelwerke A. G., Neukölln: 12% auf 1,5 Mill. M alte (10% auf 1,050 Mill. M i.V.) und 6% auf 0,5 Mill. M neue Aktien (2½% auf 0,45 Mill. M i.V.). — A. G. für Elektricitäts-Anlagen, Berlin: 6% (8 i.V.) auf 10 Mill. M (wie i.V.). — Elektrizitäts-A. G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg: 8% auf 70 Mill. M (wie i.V.).

Arbeitsmarkt.

November 1917[1]). Im Bau von Dynamomaschinen, Elektromotoren und Umformern war auch im November befriedigend zu tun. Verschiedentlich machte sich eine geringe Verminderung des Auftragsbestandes bemerkbar, doch war im Vergleich zum Vorjahr die Beschäftigung z. T. größer. In der Herstellung elektrischer Meßinstrumente wird teils eine geringe Abschwächung, teils eine Erhöhung des Bestellungseinganges gegen den Oktober sowohl als auch gegen November 1916 festgestellt. In der Herstellung elektromedizinischer Apparate hielt sich die Beschäftigung auf der gleichen Höhe wie im Vormonat und im Vorjahre. Die Kabelindustrie ist andauernd rege beschäftigt. Vereinzelt wird dem Vormonat gegenüber eine Steigerung der Leistung festgestellt.

22 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. Dezember 1917 36126 männliche (+ 0,07% g.Vm.) und 60 336 weibliche (— 0,01% g.Vm.) Pflichtmitglieder. 10 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende November 1917 mit insgesamt 6611 (+ 898 bzw. + 15,7% g.Vj.)[2]) an, die Zahl der Männer ist um 257 auf 3070 gestiegen, die der Frauen hat um 641 zugenommen. Angaben von 10 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 6611 Beschäftigte (— 194 bzw. — 2,9% g.Vm.)[3]), darunter 3070 Männer (— 8); die Zahl der Frauen fiel um 186. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 378 Arbeitsgesuche vor, d. s. 32% der 1177 angemeldeten offenen Stellen (32% von 1346 i.Vm.; 28% von 1454 i.Vj.)[4]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 293. Auf Preußen entfallen 201 Arbeitsgesuche, d. s. 30% von 676 Arbeitsgelegenheiten (30% von 781 i.Vm.; 26% von 877 i.Vj.); 154 Stellen kamen hier zur Besetzung. —*z.*

Firmenverzeichnis.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Albersloh (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Änderungen in der Verwaltung. Siemens & Halske A.G., Berlin. Neu in den Aufsichtsrat gewählt: Graf Edwin Henckel von Donnersmarck. — Elektrizitäts-A. G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg. Neu in den Aufsichtsrat gewählt: Th. Frank (an Stelle von Dr. Bassermann †); wiedergewählt: Dr. Wacker und J. Pütz.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. A.G. Kabelwerk Rheydt, Rheydt: um 2 Mill. auf 7 Mill. M. — A. G. für Licht- und Kraftversorgung, Dresden: um 1 auf 4 Mill. M.

Österreich-Ungarn. Die Elektrizitätswerke Stern & Hafferl A. G., Gmunden, erhöht ihr Aktienkapital um 2 auf 12 Mill. K.

Italien. In Rom wurde die Società Anonima Italiana Carboni Elettrici mit einem Kapital von 4 Mill. Lire gegründet.

[1]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1917, Nr. 12. Bericht über Oktober vgl. „ETZ" 1917, S. 604.
[2]) Bei 290 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 20,8%, bei 85 der Maschinenindustrie + 19,1% g. Vj.
[3]) Bei 280 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 1,8%, bei 83 der Maschinenindustrie + 1,3% g. Vm.
[4]) Für alle Fächer bei Männern 56,5% (54 i. Vm.; 60 i. Vj.), bei Frauen 109% (97,5 i. Vm.; 136 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 5. Wer liefert Schalttafel-Kontaktbolzen aus Eisen?

Frage 6. Wer liefert Leatheroïd-Ersatz?

Abschluß des Heftes: 19. Januar 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 31. Januar 1918.** **Heft 5.**

Der heutige Stand der Überland-Stromversorgung in Deutschland.

Von **R. Meier**, Dieringhausen i. Rhld.

Übersicht. An Hand einer graphischen Darstellung wird der heutige Stand der Elektrizitätsversorgung Deutschlands dargestellt. Die versorgten Gebiete umfassen der Fläche nach 74 % 18 % befinden sich in Planung und 8 % sind unversorgt.

Die unversorgten Gebiete befinden sich in der Hauptsache nur in den Provinzen Posen und Schlesien.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hatte die Gepflogenheit, auf seiner Jahresversammlung ein Hauptthema zu behandeln, u. zw. wählte man den Gegenstand, welcher in der Zeit das größte Interesse beanspruchte. Im Jahre 1910 wurden für die Tagung in Braunschweig die Überlandwerke als Sondergegenstand bestimmt. Es sprachen damals Dr.-Ing. Wallem über: Die Elektrizität in der Landwirtschaft und ihre Beziehungen zu den Überlandzentralen, Oberingenieur Vietze über: Die genossenschaftlichen Überlandzentralen, und der Verfasser über: Rentabilität von Überlandzentralen. Im Jahre 1912 behandelte Professor Klingenberg den Bau großer Elektrizitätswerke und im Jahre 1913 denselben Gegenstand, aber nicht die Kraftwerke, sondern die Verteilungsnetze nebst Zubehör.

Da in verschiedenen süddeutschen Staaten seit längerer Zeit die Frage der Versorgung des Landes mit Elektrizität sich mehr und mehr in den Vordergrund schiebt und in Preußen jetzt ebenfalls durch den Gesetzesentwurf betreffend den Bau eines Dampfkraftwerkes bei Hannover die Frage ins Rollen kommt, dürfte es zweckmäßig sein, den heutigen Stand der Überlandversorgung zu betrachten.

Von den größten Bundesstaaten sind Württemberg und Sachsen in bezug auf die Hinleitung der Elektrizität in jedes Haus am weitesten. Wie auf der Karte ersichtlich, gibt es dort nur ganz wenige Gebiete, welche den Vorteil der Verwendung elektrischer Arbeit nicht genießen können. Es ist anzunehmen, daß nur der Mangel an manchen Rohstoffen und Arbeitskräften die restlose Versorgung des ganzen Landes während der Kriegszeit nicht hat zur Wirklichkeit werden lassen. Die Verbindung der einzelnen Kraftwerke zur gegenseitigen Unterstützung in Württemberg ist fast vollkommen durchgeführt. In Sachsen befindet sich die Verkupplung im Ausbau.

In den beiden, Württemberg benachbarten Staaten Baden und Bayern sind bei dem Mangel an festen Brennstoffen im eigenen Lande die ausbaumöglichen Wasserkräfte vielfach die Stützpunkte für die Überlandversorgung. Bayern hat bereits sein linksrheinisches Gebiet durch die Pfalzwerke vollständig erschlossen. In dem rechtsrheinischen Telie sind seit langen Jahren eine Reihe Überlandwerke vorhanden. Es arbeiten hier vielfach Wasser- und Dampfkraftwerke Hand in Hand, z. B. in München und Augsburg. Durch die Ausnutzung des Walchensees planen die Interessenten, das gesamte Gebiet, welches bislang unversorgt ist, mit Strom zu versehen. Die bereits vorhandenen Netze sollen miteinander verbunden werden, so daß auch hier Wasser- und Dampfkraft sich ergänzen.

Baden hat den großen Vorzug, den Rhein auf langer Strecke als Grenzfluß zu besitzen. Infolgedessen leisten die Wasserkräfte dieses Stromes sowie seiner Nebenflüsse den Hauptanteil in der Stromversorgung. Die Versorgung des Landes weist noch eine Menge kleinerer Lücken auf, welche in die Übersichtskarte nicht sämtlich eingetragen werden konnten. Durch das Murgkraftwerk im mittleren Baden wird es möglich, ein Bindeglied zwischen den einzelnen Werken zu schaffen. Nach Beendigung des Krieges dürfte die fast restlose Erschließung des badischen Landes, soweit es technisch und vor allem wirtschaftlich möglich ist, nur eine Frage kurzer Zeit sein.

In Elsaß-Lothringen sind im Süden die drei großen Überlandwerke Mülhausen, Schlettstadt und Straßburg vorhanden. Von Metz, Saarbrücken und mehreren anderen Kraftwerken aus wird Lothringen in erster Linie versorgt. Ein größeres Gebiet ist z. Zt. noch unversorgt.

Die hohe industrielle Entwicklung des Landes wird die gesamte Erschließung begünstigen, zumal Kohle in Lothringen genug vorhanden ist und am Oberrhein zwischen Basel und Straßburg noch äußerst wertvolle Wasserkräfte gewonnen werden können.

Das Großherzogtum Hessen besitzt eine Anzahl leistungsfähiger, zumeist in den Städten liegende Dampfkraftwerke, welche dieses Gebiet, soweit es z. Zt. wirtschaftlich möglich, erschließen. Es fehlen auch hier keine Gebiete von Belang. Dasselbe ist der Fall in den beiden mecklenburgischen Großherzogtümern und in Oldenburg und Braunschweig. In den Thüringischen Staaten sind mehrere Überlandwerke seit Jahren tätig, welche den größeren und industriell entwickelten Teil bedienen. Nur in den Gebirgen sind mangels fehlender Absatzmöglichkeit etliche Gebiete ohne Strom. Es sind aber kaum Orte von einiger Bedeutung ohne eigenes Elektrizitätswerk.

In Preußen ist die Entwicklung der Überlandwerke bisher ohne wesentliche Beeinflussung durch den Staat erfolgt. Der Ministerialerlaß vom Mai 1914 hat zumeist nur geringen Einfluß ausgeübt. Trotz dieses Fehlens staatlichen Mitwirkens ist die Versorgung des Gebietes mit Elektrizität, abgesehen von den östlichen Grenzprovinzen, zumeist bereits erfolgt. In den Provinzen Brandenburg, Hannover, Sachsen, Rheinland und Westfalen fehlen einzelne kleine Restgebiete infolge ihrer schwachen Absatzmöglichkeiten. Die Provinz Schleswig-Holstein hat nur im südöstlichen Teile Holsteins ein größeres Überlandwerk, und ein kleineres, welches von Altona aus Strom abgibt.

Von diesen Restgebieten befinden sich erhebliche Teile bereits in der Planung. Die Provinz Ostpreußen wird durch staatliche Mithilfe eine völlige Erschließung erfahren, um die Schäden des Russeneinfalles mildern zu helfen. Es kommen vielleicht die großen Moore dieses Landes zur Verwendung. Die Frage der Wirtschaftlichkeit kommt erst in zweiter Linie für diese Provinz in Betracht; man ist daher in der Lage, in großzügiger Weise vorzugehen, ohne Rücksicht auf das geldliche Ergebnis.

In Schleswig-Holstein wäre die völlige Versorgung des ganzen Landes bereits erfolgt, wenn die heutigen Bauschwierigkeiten nicht eingetreten wären. Die bereits vorhandenen Elektrizitätswerke in Flensburg, Kiel und Neumünster werden die erforderlichen Energiemengen liefern. Es wäre aber verfehlt, anzunehmen, daß in Schleswig-Holstein einem großen Bedürfnisse noch abzuhelfen sei, denn es befinden sich nach der Statistik des Verbandes Deutscher Elektrotechniker vom Jahre 1913 in dieser Provinz 195 Elektrizitätswerke. Bei dieser Zahl ist anzunehmen, daß sie richtig ist und es sich um kleine, selbständige Elektrizitätswerke handelt und nicht um Leitungsnetze ohne eigene Erzeugung, weil die Überlandwerke zumeist fehlen. Mit welcher Vorsicht aber die eben genannte Statistik nach dieser Richtung hin zu betrachten ist, zeigt z. B. die Tatsache, daß der Regierungsbezirk Köln in ihr mit 55 Elektrizitätswerken aufgeführt wird, unter denen aber 17 in Wirklichkeit Leitungsnetze sind, die ihren Strom aus dem Werke beziehen, das der Verfasser leitet.

Es bleiben als Hauptgebiete, welche in Preußen der Erschließung noch harren, eigentlich nur die landwirtschaftlichen Ostgrenzen Westpreußen, Posen und außerdem Schlesien; das zuletzt genannte aber nur zum kleineren Teile. Die Provinzialverwaltung hat hier durch den Ausbau der Wasserkräfte, z. T. aus Gründen des Hochwasserschutzes, im Odergebiete die westlichen Gebiete seit einiger Zeit erschlossen. In den Kohlengebieten befinden sich seit vielen Jahren große Überlandwerke, welche sicherlich die noch fehlenden Gebiete bereits angeschlossen haben würden, wenn die wirtschaftliche Möglichkeit hierfür gegeben wäre.

Die Übersichtskarte kann keinen Anspruch darauf machen, in allen Einzelheiten richtig zu sein, es können hier oder dort bereits Gebiete zu den versorgten gezählt sein, welche es in Wirklichkeit noch nicht sind, ebenso umgekehrt. Eine den augenblicklichen Stand völlig einwandfrei darstellende Karte ist leider nirgendwo vorhanden. Der Verfasser wäre dankbar, wenn ihm etwaige Berichtigungen zugingen, um sie später der Öffentlichkeit bekannt zu geben. Seit der Übersichtskarte über die wichtigen Überlandwerke in Deutschland, in dem Bericht über den Stand der Wasserkraftausnutzung und Elektrizitätsversorgung in Bayern in den Jahren 1910 und 1911, bearbeitet im Kgl. Ministerium des Innern, ist leider keine genauere Karte veröffentlicht worden, denn diejenige in dem Werke von Dr. Walter Straus: „Die deutschen Überlandzentralen“ vom Jahre 1913 ist unzuverlässig in ihren Angaben. Vergleicht man die Karte in der Denkschrift des bayerischen Ministeriums mit der hier wiedergegebenen, so ist eine außerordentlich erfreuliche Zunahme an versorgten Bezirken festzustellen. Während in der Karte von 1910 die unversorgten Gebiete bei weitem überwiegen, ist jetzt gerade das Umgekehrte der Fall. In ungefähren Prozentsätzen waren damals 28 % des Flächeninhalts von Deutschland mit Netzen überspannt, jetzt sind es rd 74 %, und rd 18 % befinden sich insgesamt in der Planung. Von den rd 67 Mill. Einwohnern, welche Deutschland zu Beginn des Krieges besaß, entbehren kaum mehr als 10 Mill. die Segnungen der Elektrizität, d. s. rd 15 %. Die Steigerung der versorgten Bevölkerungszahl ist ganz erheblich; sie stieg von 8 Mill. (1895) auf 17 (1902), 25 (1907), 40 (1911) und 50 Mill. (1913).

Digitized by Google

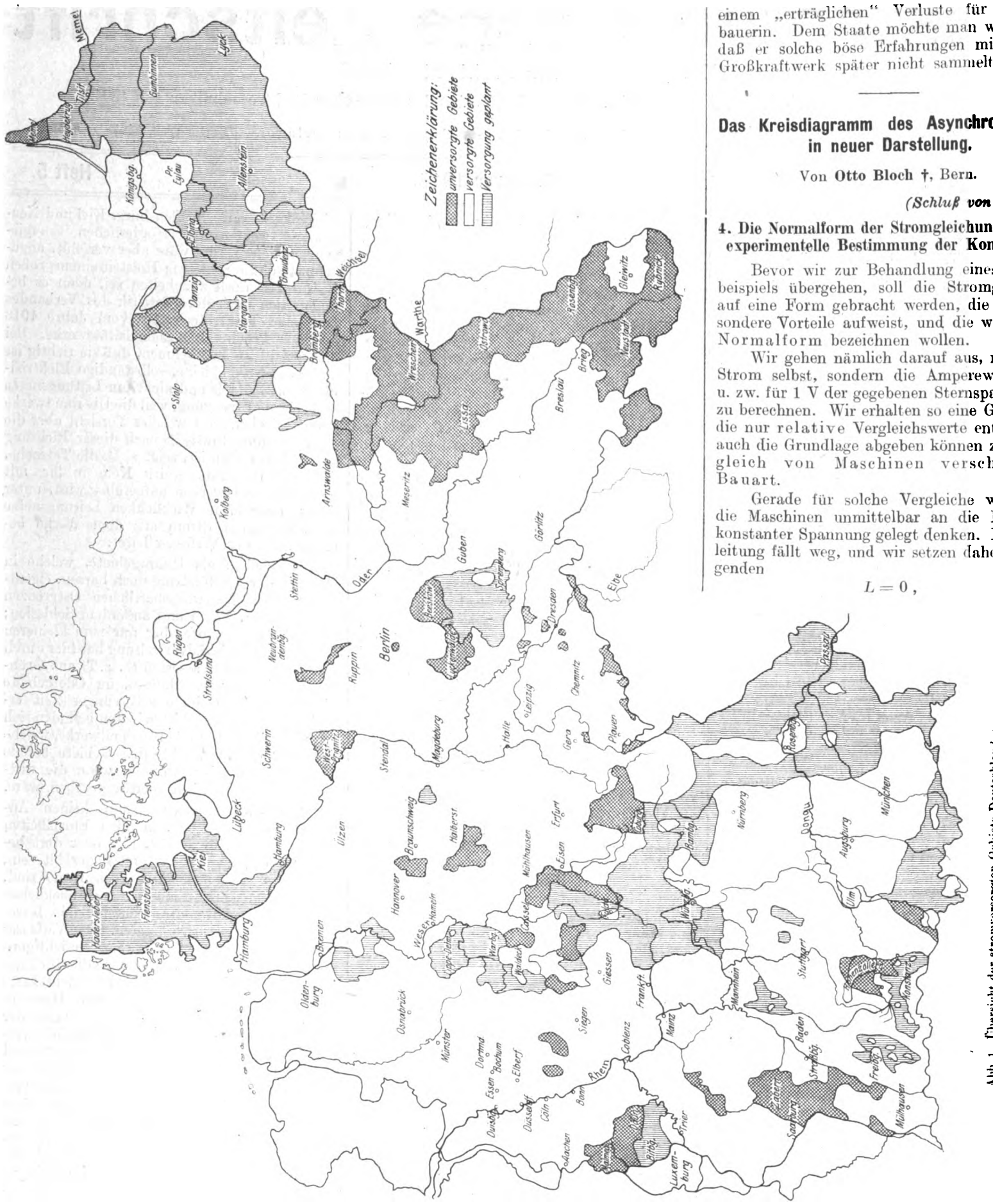


Abb. 1. Übersicht der stromversorgten Gebiete Deutschlands.

Wenn der preußische Staat jetzt dazu übergeht, in Anlehnung an die Wasserkraftausnutzung an der Weser und am Main in großzügiger Weise sich der Versorgung eines breiten Streifens von Bremen bis zum Main anzunehmen, so ist dieses nur zu begrüßen. Durch den Zusammenschluß zwischen den staatlichen Wasserkraftzentralen an den Main und der städtischen Zentrale in Offenbach und deren Verbindung mit E. W. Darmstadt und dort zu der Oberrheinischen Eisenbahngesellschaft Mannheim und über das Murgkraftwerk, welches seine Netze später mit zu den Werken am Oberrhein verbindet, wird ein zusammenhängendes Netz von Bremen bis Basel geschaffen. Bedenklich bei diesem Projekte erscheint nur, daß zur Stützung der Wasserkraftwerke ein Dampfgroßkraftwerk von 18 Millionen bei Hannover sich als notwendig erweist, dessen Ertragsfähigkeit nach den Worten des Ministers nur gesichert „erscheint". In seinem Referat, die Rentabilität von Überlandzentralen, sprach 1910 der Verfasser bereits den Wunsch aus, daß die schwachen Organismen unter den Überlandzentralen bald durch den allgemeinen Siegeslauf der Elektrizität gestärkt werden möchten. Daß selbst Großkraftwerke höchster Leistungsfähigkeit, direkt auf der Braunkohle gelegen, unter günstigen Absatzverhältnissen vor verlustreichem Arbeiten nicht gesichert sind, beweist der Verkauf des Werkes bei Bitterfeld an den Reichsfiskus mit einem „erträglichen" Verluste für die Erbauerin. Dem Staate möchte man wünschen, daß er solche böse Erfahrungen mit seinem Großkraftwerk später nicht sammelt.

Das Kreisdiagramm des Asynchronmotors in neuer Darstellung.

Von **Otto Bloch** †, Bern.

(Schluß von S. 36.)

4. Die Normalform der Stromgleichung und die experimentelle Bestimmung der Konstanten.

Bevor wir zur Behandlung eines Zahlenbeispiels übergehen, soll die Stromgleichung auf eine Form gebracht werden, die ganz besondere Vorteile aufweist, und die wir als die Normalform bezeichnen wollen.

Wir gehen nämlich darauf aus, nicht den Strom selbst, sondern die Amperewindungen u. zw. für 1 V der gegebenen Sternspannung U zu berechnen. Wir erhalten so eine Gleichung, die nur relative Vergleichswerte enthält, die auch die Grundlage abgeben können zum Vergleich von Maschinen verschiedener Bauart.

Gerade für solche Vergleiche wird man die Maschinen unmittelbar an die Klemmen konstanter Spannung gelegt denken. Die Fernleitung fällt weg, und wir setzen daher im folgenden

$$L = 0 ,$$

während R nur noch den Ohmschen Widerstand einer Phase der Ständerwicklung bedeutet.

Ferner wollen wir zur Vereinfachung der Schreibweise die folgende Identität einführen:

$$\omega p N \equiv C .$$

Die physikalische Bedeutung dieser Konstanten C der Maschine werden wir alsbald kennen lernen. Ferner schreiben wir

$$C q n \equiv G ,$$

und endlich setzen wir die Konstante

$$(1 - \eta_1 \eta_2) \equiv \sigma .$$

Digitized by Google

σ ist die von Behn-Eschenburg[1]) definierte Gesamtstreuung, die, wie wir sehen werden, auch eine äußerst wichtige Rolle im Kreisdiagramm des Asynchronmotors spielt.

Kraft dieser Vereinbarungen schreiben wir Gl. (11) nun als

$$\mathfrak{I} = \frac{\mathfrak{U}\,(W + j\,C\,N\,q\,u^2\,s)}{W(R + j\,C\,N) - [C^2 N^2 q\,u^2\,\sigma - j\,C\,N\,u^2 R]\,s},$$

und daraus folgt die Normalform:

$$\frac{N\mathfrak{I}}{\mathfrak{U}} = \frac{1 + j\,\frac{N}{W}\,C\,q\,u^2\,s}{\left(\frac{R}{N} + j\,C\right) + j\,\frac{N}{W}\,C\,q\,u^2\left(\frac{R}{N} + j\,C\,\sigma\right)s}.$$

In dieser Gleichung kommen nun außer der Konstanten C nur noch relative Werte vor. Es ist z. T. schon definiert:

$(N\mathfrak{I}) : \mathfrak{U} \equiv \mathfrak{A}$ die Ständer-Amperewindungszahl für 1 V Spannung.

$R : N \equiv R'$ der Widerstand einer Windung im Ständer.

$W : (uN) \equiv W'$ der Widerstand einer Windung im Läufer.

$q \equiv p_2 : p_1$ die relative Selbstinduktion einer Läuferwindung.

$u \equiv N_1 : N_2$ das Übersetzungsverhältnis (relative Läuferwindungszahl).

$\sigma \equiv (1 - \eta_1\,\eta_2)$ die relative Gesamtstreuung.

$s \equiv (\omega - \Omega) : \omega$ die relative Schlüpfung.

$C \equiv p\,\omega\,N$ die Leerlaufkonstante.

$G \equiv C\,q\,u.$

Mit diesen Bezeichnungen gelangen wir zu einer etwas veränderten, äußerlich wenigstens noch etwas einfacheren Normalform.

$$\mathfrak{A} = \frac{1 + j\,\frac{1}{W'}\,G\,s}{(R' + j\,C) + j\,\frac{1}{W'}\,G\,(R' + j\,C\,\sigma)\,s}. \quad \text{(III}$$

Aus dieser Normalform lassen sich nun wichtige Konsequenzen ziehen. Betrachten wir zunächst den ideellen Leerlauf, der dem genau synchronen Gang des Läufers entspricht. Es ist dann

$$s = 0$$

in die Gleichung einzusetzen, und wir erhalten

$$\mathfrak{A}_0 = \frac{1}{R' + j\,C} = \frac{R' - j\,C}{R'^2 + C^2}. \quad \text{(13}$$

Wäre nun das Verhältnis $R' : C = 1 : 3$, so betrüge der Fehler, den wir begehen, wenn wir R' gegenüber C bei der Berechnung der Größe von $\mathfrak{A}_0$ vernachlässigen, ungefähr 5%. In den praktisch auftretenden Fällen ist aber dieses Verhältnis nicht $^1/_3$, sondern eher $^1/_{200}$. Der Fehler, den wir bei dieser Vernachlässigung begehen, liegt also unterhalb der Genauigkeitsgrenze unserer zeichnerischen Konstruktionen überhaupt (Abb. 5).

Wir haben also lediglich die Amplituden bzw. die Effektivwerte von $\mathfrak{U}$ und $\mathfrak{I}_0$ zu messen und berechnen daraus die Leerlaufkonstante C. Es ist:

$$C = U : I_0\,N.$$

Die Phase des Leerlaufstromes ist dabei nicht zu messen. Man sieht aus Gl. (13), daß, solange R' relativ klein ist, der Strom $\mathfrak{I}_0$ wesentlich um 90° in der Phase der Spannung $\mathfrak{U}$ nacheilt.

Der praktische Leerlauf ergibt allerdings nicht $\mathfrak{I}_0$, sondern einen größeren Wert, dessen Wattkomponente außer den Jouleschen Verlusten im Ständer und Läufer auch noch die Reibungs- und Ventilationsverluste zu decken hat. Praktisch ist dann eben auch $s_0 > 0$. Aber die wattlose Komponente ($\mathfrak{I}_{0\,wl}$) dieses praktischen Leerlaufstromes ist wesentlich gleich der wattlosen Komponente des ideellen Leerlaufstromes. Man wird also, wie dies übrigens tatsächlich geschieht, diese wattlose Komponente zu messen haben. Damit läßt sich dann ebenso gut, wie aus dem ideellen Leerlaufstrom die Konstante C bestimmen.

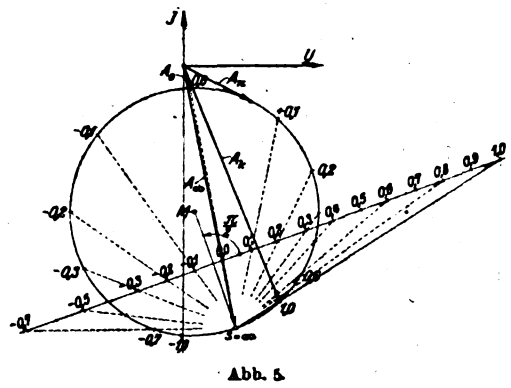


Abb. 5.

Ein zweiter, wenigstens theoretisch wichtiger Zustand ist der unendlich großer Schlüpfung:

$$s = \infty.$$

Für diesen Wert wird nämlich

$$\mathfrak{A}_\infty = \frac{1}{R' + j\,C\,\sigma} = \frac{R' - j\,C\,\sigma}{R'^2 + C^2\,\sigma^2} \quad \text{(14}$$

Dieser Ausdruck ist ganz ähnlich demjenigen für $\mathfrak{A}_0$. War aber dort z. B. das Verhältnis $R' : C = {}^1/_{200}$, so ist bei $\sigma \sim 5\%$, was einen Mittelwert darstellt, immer noch $R' : C\,\sigma \sim 1 : 10$. Man sieht, auch hier befindet man sich im allgemeinen noch unterhalb jener Grenze, bis zu der für eine erste Schätzung die skalare Größe von $\mathfrak{A}_\infty$ als durch $C\sigma$ allein bedingt aufgefaßt werden darf[1]). Je kleiner der Verhältniswert $R' : C\,\sigma$ ist, desto genauer wird das zutreffen. Es darf also mit im allgemeinen großer Annäherung geschrieben werden

$$\sigma \sim A_0 : A_\infty.$$

Wäre $\mathfrak{A}_\infty$ nach Größe und Phase bekannt, so ließe sich auch noch R' bestimmen. Bezeichnet φ_∞ den Phasenwinkel von $\mathfrak{A}_\infty$, so ist

$$\operatorname{tg}\varphi_\infty = -\frac{C\sigma}{R'} \quad \text{und somit} \quad R' = -\frac{C\sigma}{\operatorname{tg}\varphi_\infty}.$$

Nun ist freilich $\mathfrak{A}_\infty$ experimentell nicht bestimmbar, da eine unendlich große Tourenzahl nicht erreichbar ist. Insofern es die Festigkeit der Maschine zuließe, wäre allerdings durch fremden Antrieb gegen den Sinn des Drehfeldes mit relativ geringem Energieaufwand eine gute Annäherung zu erzielen, wenn man nur die Klemmenspannung niedrig genug wählte[2]).

Doch dieser Umweg braucht nicht eingeschlagen zu werden. Auch der übliche Kurzschlußversuch führt mit brauchbarer Annäherung zum Ziel. Dabei wird bekanntlich der Läufer festgebremst. Es ist also

$$s = 1.$$

Durch entsprechende Ermiedrigung der Spannung werden allzu große Kurzschlußströme vermieden.

Die Annäherung gründet sich nun auf die Überlegung, daß im allgemeinen die Kupfermengen von Ständer und Läufer einander sehr ähnlich sind. Besitzt z. B. der Läufer mehr in Reihe geschaltete Windungen f. d. Wicklungsphase als der Ständer, so wird auch der Widerstand f. d. Windung ungefähr im gleichen Verhältnis größer sein. Sind also N Ständer- und $u\,N$ Läuferwindungen vorhanden, so wird auch gelten $W' \sim u\,R'$, oder

$$\frac{u}{W'} \sim \frac{1}{R'}.$$

Führen wir diese Substitution in die Normalgleichung mit dem Wert $s = 1$ ein, so erhält man

$$\mathfrak{A}_k \sim \frac{1 + j\,\frac{C}{R'}\,q}{R'\left(1 + j\,\frac{C}{R'}\right) + j\,\frac{C}{R'}\,q\,(R' + j\,C\,\sigma)}.$$

Schon bei der Besprechung des Leerlaufversuches wurde erwähnt, daß dem Wert $C : R'$ die Größenordnung 200 zukommt. Diesem Werte gegenüber darf also sowohl im Zähler als auch in der ersten Klammer des Nenners die Eins unbedenklich vernachlässigt werden. Dann wird aber

$$\mathfrak{A}_k \sim \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{q}\right)R' + j\,C\,\sigma}.$$

Nun ist im allgemeinen q sehr wenig verschieden von Eins, so daß

$$\left(1 + \frac{1}{q}\right) \sim 2$$

gesetzt werden darf.

Man sieht also, daß man bei guten Maschinen aus dem Kurzschlußversuch ganz ähnlich wie aus $\mathfrak{A}_\infty$ σ und R' bestimmen kann.

Ist nämlich, was im Mittel zutreffen wird, $C : R' \sim 200$ und $\sigma \sim 5 : 100$, so wird $C\sigma : 2\,R' \sim 5$. Der Fehler, den man begeht, wenn man die skalare Größe von $\mathfrak{A}_k$ allein durch $C\sigma$ bedingt auffaßt, beträgt dann 2%. Es wäre also $\sigma = 0{,}98\,A_0 : A_k$. Allgemein läßt sich schreiben

$$\sigma = v \cdot \frac{A_0}{A_k},$$

wobei v ein Verhältniswert ist, der im allgemeinen um wenige Hundertstel kleiner ist als die Einheit.

Von $\mathfrak{A}_k$ läßt sich nun leicht auch der Phasenwinkel φ_k bstimmen. Aus der Gleichung geht hervor; daß

$$\operatorname{tg}\varphi_k \sim -\frac{C\sigma}{2\,R'} \quad \text{und somit} \quad R' \sim -\frac{C\sigma}{2\operatorname{tg}\varphi_k}.$$

Wir erkennen aus dieser Betrachtung, was Abb. 5 noch deutlicher veranschaulicht, daß nämlich im allgemeinen der Winkel, den der Stromvektor $\mathfrak{I}_\infty$ mit dem Lot auf den Spannungsvektor einschließt, ungefähr halb so groß ist als der entsprechende Winkel beim Vektor des Kurzschlußstromes $\mathfrak{I}_k$. Gleichzeitig sieht man, wie diese Winkel von Streuung und Widerstand abhängen. Streuung verkleinert sie (vergrößert φ_k), primärer Widerstand vergrößert sie.

Wir haben zunächst die Größe q schätzungsweise eingesetzt. Sie läßt sich aber auch in verhältnismäßig einfacher Weise experimentell bestimmen. Definiert ist

$$q \equiv \frac{p_1}{p_2}.$$

Nun setzten wir außerdem $p_1 \equiv p$, $N_1 \equiv N$ und

$$p\,\omega\,N \equiv C.$$

Wir können nun Leerlauf- und Kurzschlußversuch wiederholen, dabei aber den Ständer kurzschließen und den Läufer über die Schleifringe an die gleiche Spannung legen. Definieren wir nun deutlicher

$$C_1 \equiv p_1\,\omega\,N,$$

so ist entsprechend nach Vertauschung von primär und sekundär

$$C_2 \equiv p_2\,\omega\,u\,N.$$

---

[1]) Vgl. „ETZ" 1894, S. 180; ferner Blondel, „ETZ" 1895, S. 655. Die von Blondel definierten Koeffizienten v_1 und v_2 sind die reziproken Werte der von Kapp herrührenden ε_1 und ε_2. Strecker, „Hilfsbuch für die Elektrotechnik", 8. Aufl., S. 260, schreibt statt v_1 v_2 die Zeichen τ_1 τ_2. Es ist also:

$$\sigma = \left(1 - \frac{1}{\nu_1\,\nu_2}\right).$$

Diese τ_1 und τ_2 sind aber nicht zu verwechseln mit den τ_1 und τ_2 bei Ossanna, welche mit unserem ε_1 und ε_2 identisch sind.

[1]) Bei $R' : C\sigma = 1 : 10$ ist $\sqrt{1^2 + 10^2} = 10{,}05$. Der Fehler beträgt also 1%.

[2]) Da in Wirklichkeit die Amperewindungen und der magnetische Fluß einander nicht genau proportional sind, so sind freilich die aus Beobachtungen bei verschiedenen Spannungen bestimmten Werte nicht genau identisch. Die Fehler sind jedoch dieselben, wie diejenigen, die wir überhaupt einführen, dadurch, daß wir diese Proportionalität zwischen Feld und Strom annehmen.

Digitized by Google

Nun fanden wir

$$C_1 = \frac{U}{I_0 N}$$

und finden entsprechend

$$C_2 = \frac{U}{J_0 u N}$$

Also ist:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{p_2}{p_1} u = \frac{I_0}{J_0 u} \quad \text{oder} \quad q = \frac{p_2}{p_1} = \frac{I_0}{J_0} \frac{1}{u^2}.$$

Damit ist nun auch q durch den Versuch bestimmt.

Schließlich läßt sich auch W' noch experimentell festlegen. Setzen wir den Läufer als Primärstrom

$$\frac{J N u}{U} = B,$$

so wird für $s = 1$

$$B = \frac{1 + j \frac{1}{R'} \frac{C_2}{q u}}{(W' + j C_2) + j \frac{1}{R'} \frac{C_2}{q u} (W' + j C_2 \sigma)}$$

Vernachlässigt man wieder die Eins im Zähler und W' gegenüber C_2, so wird, weil $R' u \sim W'$,

$$B \sim \frac{1}{(1+q) W' + j C_2 \sigma}$$

Ist der Phasenwinkel von J_k gemessen als φ_{k2}, so ist nun

$$\operatorname{tg} \varphi_{k2} \sim - \frac{C_2 \sigma}{(1+q) W'}$$

und somit

$$W' \sim - \frac{C_2 \sigma}{(1+q) \operatorname{tg} \varphi_{k2}}.$$

Da $C_2 = q u C_1$, so ergibt sich aus dieser Gleichung

$$\frac{W'}{u} \sim \frac{C_1 \sigma}{\left(1 + \frac{1}{q}\right) \operatorname{tg} \varphi_{k2}}.$$

Für den Fall, daß die Messung

$$\varphi_{k1} = \varphi_{k2}$$

ergibt, wird dann tatsächlich durch Einsetzen

$$W' \sim u R'.$$

Damit sind sämtliche Konstanten der Normalgleichung bestimmt. Notwendig dazu waren drei Versuche. Der übliche Leerlauf- und der übliche Kurzschlußversuch und schließlich noch der Leerlaufversuch mit vertauschter Rolle zwischen Ständer und Läufer. Dieser letztere Versuch läßt sich häufig durch eine Schätzung von q mit genügender Genauigkeit ersetzen.

Hier ist freilich noch eine wichtige Bemerkung zu machen. Wenn wir uns nämlich näherungsweise

$$W' \sim u R'$$

zu setzen gestatteten, so war dabei stillschweigend vorausgesetzt, daß eben der ganze Läuferwiderstand auch wirklich nur der Kupferwiderstand der Läuferwindungen sei; mit anderen Worten, daß der Läufer nicht, wie z. B. beim Anlauf, über einen äußeren Widerstand sondern kurzgeschlossen sei.

Hier bleibt uns noch, die Frage zu untersuchen, welche Änderungen der Ortskreis erleide, wenn dem Läuferwiderstand W' verschiedene Werte erteilt werden.

Diese Frage beantwortet sich in äußerst einfacher Weise, wenn wir die Normalgleichung im Sinne der Gl. (a') des 3. Abschnittes entwickeln. Es ergibt sich dann

$$A = \frac{1}{R' + j C \sigma} - \left(\frac{j C (1-\sigma)}{R' + j C \sigma}\right) \times \frac{1}{(R' + j C) + j \frac{1}{W'} G (R' + j C \sigma) s}.$$

Aus dieser Form der Normalgleichung erkennt man unmittelbar, daß sowohl die Maßstabsänderung und Verdrehung als auch die Parallelverschiebung des Grundkreises $1 : (D + E s)$ vom Sekundärwiderstand unabhängig sind. Nur auf die Gerade $D + E s$ hat der Widerstand einen Einfluß. Und welcher Art ist nun dieser?

Die Größe D ist, wie man sieht, auch nicht vom Sekundärwiderstand abhängig; nur E verändert sich mit W': Aber auch hier ist die Veränderung von besonderer Art. Da die Richtung von E durch $(j R' - C)$ bestimmt ist, W' aber nur in einem reellen Faktor dieser Größe auftritt, so wird auch die Richtung der Geraden $D + E s$ durch Widerstandsänderung im Läufer nicht beeinflußt. Nun ist ein Punkt und die Richtung der Geraden unveränderlich, also ist auch unveränderlich die Gerade selbst und in gleicher Weise der zu ihr inverse Kreis, der Ortskreis des Stromes. Was mit W' veränderlich ist, das ist nur der Skalarwert von E, dessen Größe zu W' umgekehrt proportional ist. Veränderlich ist also lediglich die Einheit der Skala der Schlüpfungswerte auf der Geraden und dementsprechend auch die Verteilung dieser Werte auf dem Kreis.

In Abb. 5 findet man auch diese Skala der Schlüpfungswerte eingezeichnet. Man kann sich leicht W' auf den doppelten, dreifachen, fünffachen Wert vergrößert denken, dann verkürzt sich die Skala auf die Hälfte, ein Drittel, ein Fünftel der eingezeichneten Länge, und in entsprechender Weise rückt der Kurzschlußpunkt auf dem Kreise gegen den Leerlaufpunkt. Die Phase des Anlaufstromes wird besser, seine Größe nimmt ab, das Anlaufmoment vergrößert sich. Die allbekannten Erscheinungen finden so in einfacher und anschaulicher Weise ihre Begründung direkt aus dem Aufbau der Normalgleichung selbst[1]).

Es läßt sich nun auch in sehr einfacher Weise die erforderliche Größe des Anlaßwiderstandes für irgendwelche vorgeschriebene Anlaufverhältnisse bestimmen. Das Diagramm ergibt den erforderlichen Wert W_a' und, da definitonsgemäß $W' \equiv W : u N$ und $W_a = R_1 + 3 R_a$, so wird, weil beim Lauf $W_e = R_1$

$$R_a = \frac{W_a - W_e}{3} = \frac{u N (W_a' - W_e')}{3}$$

Wäre der Läufer, statt wie hier vorausgesetzt im Dreieck, im Stern geschaltet, so ergäbe sich

$$W_a = R_1 + R_a,$$

wenn wiederum mit R_a ein Drittel des gesamten Anlaßwiderstandes bezeichnet wird. Die Dreieckschaltung ist, wie man sieht, in dieser Beziehung wesentlich ökonomischer; sie erfordert nur einen 3-mal kleineren Anlaßwiderstand[2]).

Damit sind wir nun in der Lage, das Kreisdiagramm für eine fertig vorliegende Maschine zu konstruieren. Wir gehen dazu über, ein Beispiel dafür zu behandeln.

5. Anwendung auf einen bestimmten Fall.

Bei Arnold[3]) finden wir einen Motor der A. G. Brown, Boveri & Cie. in Baden beschrieben.

Die Angaben bezüglich der Konstruktion lauten:

Dreiphasenmotor 850 kW; 1200 Umdr/min, 40 Per; 1000 V. Norm. Strom einer Phase 285 A.

Sternschaltung im Ständer, Dreieckschaltung im Läufer.

Nutenzahl im Ständer 120, im Läufer 108.

Leiter f. d. Nut im Ständer 2, im Läufer 2.

Leiterquerschnitt i. Ständer und Läufer gleich.

Windungen in Reihe einer Phase im Ständer 40, im Läufer 36.

Gemessen wurde:

$I_{0wl} = 46$ A $\quad \cos \varphi_k = 0{,}19$

$I_k = 1400$ A.

Wir berechnen hieraus folgendermaßen das Kreisdiagramm:

Der verketteten Spannung von 1000 V entspricht eine Phasenspannung

$$U = \frac{1000}{\sqrt{3}} = 578 \text{ V}.$$

Die Leerlaufkonstante C ergibt sich somit als

$$C = \frac{U}{I_{0wl} N} = \frac{578}{46 \cdot 40} = 0{,}314.$$

Nun ist noch die Gesamtstreuung σ aus den Versuchsdaten zu bestimmen. Der angegebene $\cos \varphi_k$ entspricht einem Nacheilwinkel des Kurzschlußstroms von 79° und einem $\operatorname{tg} \varphi_k = - 5{,}14$. Bei so großem Nacheilwinkel haben wir gesehen, ist in der Bestimmung von σ ein Fehler von höchstens 2% zu erwarten, um die es zu groß erschiene. Wir setzen also

$$\sigma = \frac{I_{0wl}}{I_k} = \frac{46}{1400} = 0{,}032(8)$$

Auch das Übersetzungsverhältnis u ist uns gegeben. Es ist

$$u = N_1 : N_2 = 36 : 40 = 0{,}9.$$

Da ein Leerlaufversuch mit dem Läufer als Primärkreis nicht ausgeführt wurde, sehen wir uns für die Konstante q auf Schätzung verwiesen. Da Ständer und Läufer bei dem vorliegenden Moter ganz analog gebaut sind, wird auch die Induktivität beider Teile sehr nahe dieselbe sein. Immerhin sind im Ständer die Stirnverbindungen notwendig etwas länger als im Läufer, und somit wird sich auch $p_1 > p_2$ ergeben. Wir wollen den Unterschied auf 2% schätzen und setzen

$$q = p_2 : p_1 = 0{,}98.$$

Nun gehen wir dazu über, R' auszurechnen. Es ist

$$R' \sim - \frac{C \sigma}{\left(1 + \frac{1}{q}\right) \operatorname{tg} \varphi_k}$$

Mit $C \sigma = 0{,}314 \cdot 0{,}032 = 0{,}010$; $\left(1 + \frac{1}{q}\right) = 1 + 1{,}02 = 2{,}02$ wird

$$R' \sim \frac{0{,}010}{2{,}02 \cdot 5{,}14} = 0{,}001\ \Omega \text{ pro Windung}.$$

Nun setzen wir $W' = u R'$ und erhalten

$$W' \sim 0{,}0009.$$

Ferner setzten wir $C q u = G$ und erhalten mit den obigen Werten für C, q und u

$$G = 0{,}277 \text{ und } G : W' = 316.$$

Mit diesen Werten ergeben sich nun entsprechend der Gl. (a) die Werte

$$A = 1 \qquad B = j \cdot 316$$

$$D = 0{,}001 + j \cdot 0{,}314 \qquad E = - 3{,}18 + j \cdot 0{,}306$$

$$\frac{B}{E} = \frac{1}{0{,}001 + j \cdot 0{,}010} = 0{,}001 - j \cdot 0{,}010$$

$$= 9{,}5 - j \cdot 98{,}8$$

$$\frac{B}{E} D = (0{,}001 + j \cdot 0{,}314)(9{,}5 - j \cdot 98{,}8)$$

$$= 31{,}0 + j\, 2{,}9$$

$$\left(A - \frac{B}{E} D\right) = - 30{,}0 - j\, 2{,}9.$$

Damit ist die erforderliche Rechnung auch schon erledigt, und wir können zur Konstruktion des Kreises übergehen.

[1]) Auf andere Weise abgeleitet, sind diese Abhängigkeiten längst bekannt. Man findet sie übersichtlich zusammengestellt z. B. bei Arnold, „Wechselstromtechnik", Bd. V, S. 3ff.

[2]) Es ist bemerkenswert, daß auf diesen doch praktisch genügend wichtigen Umstand in Lehr- und Handbüchern meines Wissens nicht hingewiesen wird.

[3]) Arnold, „Wechselstromtechnik", Bd. V, S. 468 und Nr. 30 der Tabelle auf S. 466ff.

Digitized by Google

Zunächst bestimmen wir das Spiegelbild der Geraden $(D + E s)$. Wir tragen also in Abb. 6 vom Punkt F aus, den wir zunächst als Koordinatenursprung wählen, vor allem

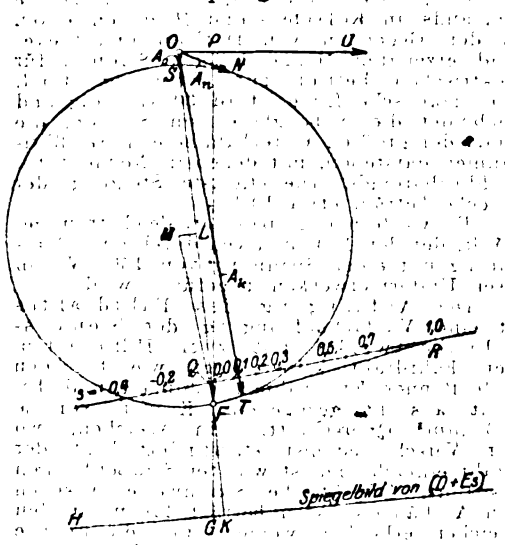


Abb. 6.

den Punkt G, das Spiegelbild von D auf, also $(0{,}001 - j\,.\,0{,}314)$. Durch diesen Punkt legen wir eine Gerade $G\,H$ von der spiegelbildlichen Richtung von E, also entsprechend $(-3{,}18 - j\,.\,0{,}300)$. Nun fällen wir aus F das Lot auf $G\,H$. Dessen Fußpunkt ist K.

Auf diesem Lot liegt nun der Mittelpunkt des Grundkreises, dessen Durchmesser sich offenbar aus der Länge $F\,K$ bestimmen läßt. Wir messen

$$F\,K = 0{,}312.$$

Der Durchmesser des Kreises wäre also 1:0,312 und der Halbmesser 1:0,624. Nun ist aber dieser Grundkreis noch mit $\left(A - \frac{B}{E} D\right)$ zu multiplizirren. Der Kreismittelpunkt erhält also gegenüber der Richtung $F\,K$ als positiv-reeller Richtung den Wert

$$\frac{1}{0{,}624}(-30{,}0 - j\,.\,2{,}9) = -48{,}2 - j\,.\,4{,}65.$$

Das ist der Punkt M. $F\,L = -48{,}2$; $L\,M = -j\,.\,4{,}65$. Um M schlagen wir nun mit dem Radius $M\,F$ den Kreis, und schließlich verlegen wir noch den Ursprung um den Betrag $(-B:E)$, also in den Punkt $(-9{,}5 + j\,.\,98{,}8)$. $F\,P = j\,.\,98{,}8$; $P\,O = -9{,}5$.

Es verbleibt uns nur noch die Aufgabe, die Skala der Schlüpfungswerte zu finden und sie auf den Ortskreis zu projizieren. Diese Aufgabe erledigt sich einfach dadurch, daß wir in einem zweckmäßigen Maßstab eine Skala aufzeichnen, die zum Ortskreis dieselbe projektivische Lage besitzt wie das Spiegelbild der Geraden $D + E s$ zum Grundkreis $1 : (D + E s)$. Wir tragen also von F nach Q eine Strecke proportional 0,312[1]) auf und errichten in Q das Lot auf $F\,M$. Dieses trifft $F\,L$ in einem Punkte, der weit innerhalb der Genauigkeitsgrenze unserer Zeichnung mit dem Nullpunkt der Skala zusammentrifft. Wir tragen also von hier aus bis R eine Strecke ab, die im gleichen Maßstab zu 3,19[2]) proportional ist. R entspricht dann auf der Skala der Schlüpfung $s = 1$. Der Leerlaufpunkt $s = 0$ liegt auf der Verlängerung von $F\,L$ im Punkte S.

Die Gerade $F\,S$, die den Punkt für $s = \infty$ mit dem Leerlaufpunkt $(s = 0)$ verbindet, ist bekanntlich die Gerade der vom Läufer aufgenommenen Leistung, oder wie man auch zu sagen pflegt, die „Drehmomentgerade"[3]). Der Normalabstand irgend eines Punktes des Ortskreises von dieser Geraden ist ein Maß für die genannte Leistung, bzw. sehr angenähert für das Drehmoment.

[1]) Entsprechend der Strecke $F\,K$.

[2]) $3{,}19 = \sqrt{(3{,}18)^2 + (0{,}3)^2}$. Skalarwert von E.

[3]) Vgl. z. B. Arnold, „Wechselstromtechnik", Bd. V, S. 87.

Die Gerade $S\,T$, die Leerlauf- und Kurzschlußpunkt miteinander verbindet, ist, wie ebenfalls bekannt, die Gerade, der vom Läufer abgegebenen mechanischen Leistung. Die Normalabstände der Kreispunkte von dieser Geraden sind ein Maß für diese Leistung[1]).

Vergleichen wir nun die Ergebnisse des Diagramms mit denjenigen der Messung.

Entspricht die Strecke $O\,S$ dem Leerlaufstrom von 46 A, so mißt die Strecke $O\,T$ einen Kurzschlußstrom von 1408 A. Die Abweichung von dem angegebenen Wert (1400 A) beträgt also 0,6%.

Der Nacheilwinkel φ_k beträgt im Diagramm 79°, das entspricht einem $\cos\varphi_k = 0{,}19$, übereinstimmend mit dem gemessenen von ebenfalls 0,19.

Als Normalstrom bezeichnet man den Strom günstigster Phase. Ihm entspricht der Punkt N auf dem Kreis und der Länge $O\,N$ entsprechen 265 A gegenüber den angegebenen 235 A[2]). Der Phasenwinkel φ_n dieses Stromes im Diagramm beträgt 20°; das entspricht einem $\cos\varphi_n = 0{,}939$ gegenüber dem angegebenen (ebenfalls einem Diagramm entnommenen) Wert 0,935. Als diesem Betriebszustande entsprechende normale Schlüpfung entnehmen wir dem Diagramm ungefähr 2%.

Die maximale Überlastbarkeit ergibt sich nach Abzug der Verluste für Lagerreibung und Ventilation von der ideellen Nutzleistung als rd das 2,8-fache der Normallast von 350 kW, also rd 1000 kW, wie dies auch den Angaben bei Arnold entspricht.

Damit ist der Motor kontrolliert, und unsere Methode bestätigt.

Wäre noch die Frage nach der Größe des Anlaßwiderstandes gestellt, so ließe sich aus der Angabe der Normalschlüpfung zu 2% erkennen, daß man durch Zuschalten des 50-fachen Widerstandes einen etwas oberhalb des Normalstroms liegenden Anlaufstrom erhielte. Bei Dreieckschaltung verlangt das f. d. Phase ungefähr 0,6 Ω, bei Sternschaltung 1,8 Ω. Um Stromstöße beim Einschalten zu vermeiden, müssen selbstverständlich beide Widerstände entsprechend größer gewählt werden.

Schließlich wollen wir dem Diagramm auch noch die Größe des Sekundärstromes entnehmen. Schon im 3. Abschnitt wurde darauf hingewiesen, daß der Ortskreis des Läuferstromes, den wir selbstverständlich in ganz analoger Weise aufzeichnen könnten, wie dies soeben mit demjenigen des Ständerstromes geschehen ist, daß dieser Ortskreis eine geometrisch ähnliche Verteilung der Schlüpfungswerte s längs seines Umfangs aufweist, wie jener, und daß der Pol für die Läuferströme mit dem Punkte $s = 0$ zusammenfällt. Es bleibt nun also lediglich der relative Maßstab dieses Kreises zu bestimmen übrig.

Die Strecke, die wir als Maß für den Sekundärstrom zu betrachten haben, ist nach dem Gesagten die Komponente $(\mathfrak{I} - \mathfrak{I}_0)$ des Primärstromes bzw. $\mathfrak{A} - \mathfrak{A}_0$. Für den normalen Betriebszustand, also die Strecke $S\,N$ in Abb. 6. Aus der Normalgleichung ergibt sich für diese Komponente ohne Schwierigkeit der Ausdruck

$$\frac{N}{U}(\mathfrak{I} - \mathfrak{I}_0) = \frac{j\frac{1}{w}Gs\frac{jC(1-\sigma)}{R' + jC}}{D + Es}, \quad \text{(III')}$$

wobei $D + E s$ lediglich als Abkürzung für den Nenner gesetzt ist.

[1]) Wie der Maßstab zu bestimmen ist, in denen diese Leistungen in den Normalabständen erscheinen, findet man z. B. bei Arnold, „Wechselstromtechnik", Bd. V, 2. Aufl., S. 82 ff oder in einfacherer Weise nach der Methode des Verfassers. (Vgl. dessen Buch über die Ortskurven.)

[2]) Jedoch ist der $\cos\varphi_n$ innerhalb der Fehlergrenze der Beobachtung derselbe für einen Normalstrom von 2,5 bis 3 A. Der angegebene Normalstrom liegt innerhalb dieser Grenzen.

Als Ausdruck des Sekundärstromes ergab sich im 2. Abschnitt die Gl. (12). Sie lautet, in die Normalform übergeführt, unter Berücksichtigung von $q = \eta_1 : \eta_2$

$$\frac{N\,\mathfrak{J}}{U} = \frac{-j\frac{1}{w}Gs\eta_2\frac{1}{u}}{D + Es} \quad \text{(IV}$$

Die Nenner beider Gleichungen sind dieselben. Im Zähler der Gl. (III') kann im allgemeinen, wie wir gesehen haben, R' gegenüber C vernachlässigt werden. Mit dieser Einschränkung ergibt sich dann

$$\frac{\mathfrak{J}}{\mathfrak{I} - \mathfrak{I}_0} \sim -\frac{r_2}{u(1-\sigma)} = -\frac{1}{u\eta_1};$$

denn $(1 - \sigma) = \eta_1\eta_2$.

Damit ist der gesuchte Verhältniswert gefunden. Die im Maßstab der Primärströme gemessene Strecke $S\,N$ ist mit dem Faktor $-1 : u\eta_1$ zu multiplizieren, um das richtige Maß des Läuferstromes für Normalbetrieb zu ergeben. Das negative Zeichen deutet darauf hin, daß der Läuferstromvektor in Wirklichkeit die Richtung $N\,S$ hätte. Wir nehmen davon Notiz und lassen das Minuszeichen im folgenden beiseite[1]). Ersetzen wir η_1 durch das gleichbedeutende $(1 : r_1)$, so erhalten wir den schon von Blondel[2]) angegebenen Ausdruck angenähert

$$\frac{u}{r_1}$$

für das Übersetzungsverhältnis.

Aus den Werten für σ und q läßt sich nun η_1 berechnen. Es ist angenähert

$$\eta_1 = \sqrt{q(1-\sigma)}.$$

Das ergibt mit $\sigma = 0{,}032$, $q = 0{,}98$ und $u = 0{,}9$

$$\eta_1 = 0{,}97 \quad \text{und} \quad \frac{1}{u\eta_1} = 1{,}12.$$

Die im Maßstab der Ständerströme gemessenen Werte für den Läuferstrom sind also um rd 12% zu vermindern, um den richtigen Stromwert zu erhalten.

Wir messen als normalen Läuferstrom, entsprechend der Strecke $N\,S$

$$J_u = 0{,}88\,.\,253 = 226\text{ A}.$$

Von der Angabe bei Arnold (a. a. O. S. 465; 235 A) weicht dieser Wert um 4% ab.

6. Schlußbemerkung.

Es ist selbstverständlich, daß das hier besprochene und konstruierte genaue Kreisdiagramm, das also dem Ossannakreis entspricht, ohne weiteres in den Heylandschen Kreis übergeht, sobald wir den Ständerwiderstand oder besser den Primärwiderstand vernachlässigen, also setzen

$$R' = 0.$$

Dann wird die Normalform zu

$$\frac{\mathfrak{I}N}{\mathfrak{U}} = \frac{1 + j\frac{1}{w}Gs}{jC\left(1 + j\frac{1}{w}G\sigma s\right)} \quad \text{(III}$$

Daraus findet man sofort

$$\mathfrak{I}_0 = -j\frac{1}{C}\frac{U}{N} \quad \text{und} \quad \mathfrak{I}_\infty = -j\frac{1}{C\sigma}\frac{U}{N}.$$

[1]) Freilich, auch dieses Minuszeichen war, wie wir gesehen haben, nur eine Annäherung, insofern als R' gegenüber C vernachlässigt werden durfte. In Wirklichkeit ist die Richtung $N\,S$ nicht genau identisch mit derjenigen des Sekundärkreises. Doch da uns beim Sekundärstrom lediglich die Größe und nicht auch seine Phase relativ zu U interessiert, so ist diese Verdrehung des Ortskreises für J ohne alle Bedeutung.

[2]) Der von Blondel, „ETZ" 1900, S. 357, angegebene Wert ( ) enthält allerdings, wohl infolge eines Versehens noch den Faktor , worauf schon Emde („ETZ" 1910, S. 1.5) hingewiesen hat. Da wir hier mit mittleren Flüssen gerechnet haben, so fallen in unserem Ausdruck auch noch die Spulenfaktoren (K_1 und K_2) des Blondelschen Ausdruckes fort. Vgl. auch Streuker, Hilfsbuch, S. 260 u. 261.

Digitized by Google

Beide Punkte liegen also auf der negativ-imaginären Halbachse (Abb. 7). Das Verhältnis der Strecke OS zur Strecke OK ist gleich σ. Daß auch der Mittelpunkt des Kreises auf der imaginären Achse

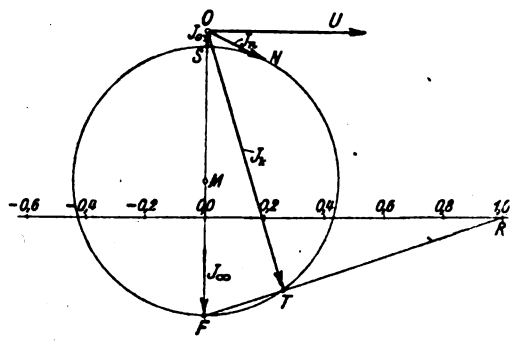


Abb. 7.[1])

liegen muß, sieht man leicht ein, wenn man bemerkt, daß in Gl. (III') die Größe **D** rein imaginär, die Größe **E** aber rein reell ist. Die Gerade ($\mathbf{D} + \mathbf{E}\,s$) und ebenso ihr Spiegelbild verlaufen also parallel zur reellen Achse. Da nun der Mittelpunkt auf der Normalen zu dieser Geraden liegt und auch der Wert $\left(\mathbf{A} - \frac{\mathbf{B}}{\mathbf{E}}\,\mathbf{D}\right) = \left(1 - \frac{1}{\sigma}\right)$ rein reell ist, so bleibt der Mittelpunkt auf der imaginären Achse. Auch die schließliche Verschiebung des Koordinatenursprungs um den Betrag $\left(-\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{E}} = +j\,\frac{1}{\sigma}\right)$ ändert daran nichts.

Wir brauchen die in der Literatur genugsam besprochenen Eigenschaften dieses Diagramms hier nicht im einzelnen abzuleiten. Der Leser wird schon aus diesem kurzen Hinweis die Vermutung entnehmen, daß sich diese Eigenschaften nach der hier geschilderten Methode in ganz besonders einfacher Weise ergeben. Ein Versuch wird ihm diese Vermutung bestätigen.

Schließlich ergibt sich auch noch ein Ausblick auf das Kreisdiagramm des Transformators. Denken wir uns den Asynchronmotor festgebremst, also s konstant gleich eins gesetzt, so wird er zum gewöhnlichen statischen Transformator mit gesteigerter Streuung. An Stelle des Anlaßwiderstandes tritt jetzt der Nutzwiderstand der Belastung (z. B. Leucht- und Heizkörper), dessen verschiedenen Größen die Mannigfaltigkeit der Betriebszustände des Transformators entspricht. Das Ortsdiagramm des Transformators ist also durch die Normalgleichung definiert, in der wir $s = 1$ setzen und W' verschiedene Werte durchlaufen lassen. Wir haben schon erkannt, daß dies lediglich eine Wanderung des Vektorendes auf demselben Ortskreis zur Folge hat. Was wir bisher Kurzschlußpunkt nannten, entspricht dem Wert $R_a = 0$, also dem praktischen Kurzschluß des Transformators. Dem Werte $s = \infty$ entspräche $W' = 0$, also der ideelle Kurzschluß, bei dem auch der innere Sekundärwiderstand verschwände. Er ist also auch beim statischen Transformator unerreichbar. Dem früheren Leerlaufpunkt mit $s = 0$ entspricht jetzt $W' = \infty$. Der Sekundärstromkreis ist unterbrochen, der Transformator läuft leer. Mechanischer und elektrischer Leerlauf sind einander also analog. Den Punkten, die früher negativen Schlüpfungswerten entsprachen, mußten jetzt negative Widerstandswerte zugrunde gelegt werden, das Verbrauchernetz müßte generatorisch wirken. So ist die Analogie vollkommen, und wir können den Satz aussprechen:

Solange der Belastungswiderstand des statischen Transformators rein ohmisch ist, gilt für ihn ohne jede Veränderung der Ossannasche Kreis.

[1]) Die Buchstaben J in Abb. 7 sind als I zu lesen.

Dem ist aber nicht mehr so, sobald die Belastung auch z. T. induktiven Charakter trägt. An Stelle von W' tritt dann in der Normalgleichung eine Größe

$$\frac{1}{u\,N}\,(R_1 + R_a + j\,\omega\,L_a),$$

und R_a und L_a werden sich im allgemeinen in verschiedener Weise mit der Belastung ändern, während der innere Sekundärwiderstand des Transformators R_1 konstant bleibt. Daraus folgt, daß dann auch die Richtung der Größe **E** im Nenner der Normalgleichung von der Belastung abhängt, daß der Nenner deshalb nicht mehr eine Gerade und der ganze Bruch infolgedessen auch keinen Kreis mehr darstellt. Hier hat es also keinen Sinn mehr, vom Kreisdiagramm des allgemeinen Transformators zu sprechen. Dieser strengen Bedingtheit der Steinmetzschen[1]) Verallgemeinerung ist in der Literatur viel zu wenig Nachdruck verliehen worden. So war dann der Weg vorbereitet zu einer ganz unglücklichen noch weiteren Verallgemeinerung, die in großen Kreisen der Elektrotechnik Verwirrung angerichtet hat; nämlich zu der Lehre vom Kreisdiagramm des allgemeinen Stromkreises[2]). Hier möge der Hinweis auf diesen Irrtum genügen. Mit seiner eingehenden Widerlegung hat sich der Verfasser in anderem Zusammenhang beschäftigt[3]).

Die Elektrisierung der Strecke Shildon—Newport der North Eastern-Bahn in England.[4])

Die North Eastern-Bahn war eine der ersten britischen Hauptbahnen, die zum elektrischen Betrieb übergingen. Schon 1904 richtete sie den elektrischen Vorortsbetrieb bei Newcastle und Tyneside ein. Außerdem hat diese Gesellschaft zum ersten Male elektrischen Güterbetrieb durchgeführt.

Die Direktion der Bahn entschloß sich am 1. VII. 1915 mit elektrischem Hauptbahnbetrieb auf der Linie Shildon-Newport (Abb. 1)

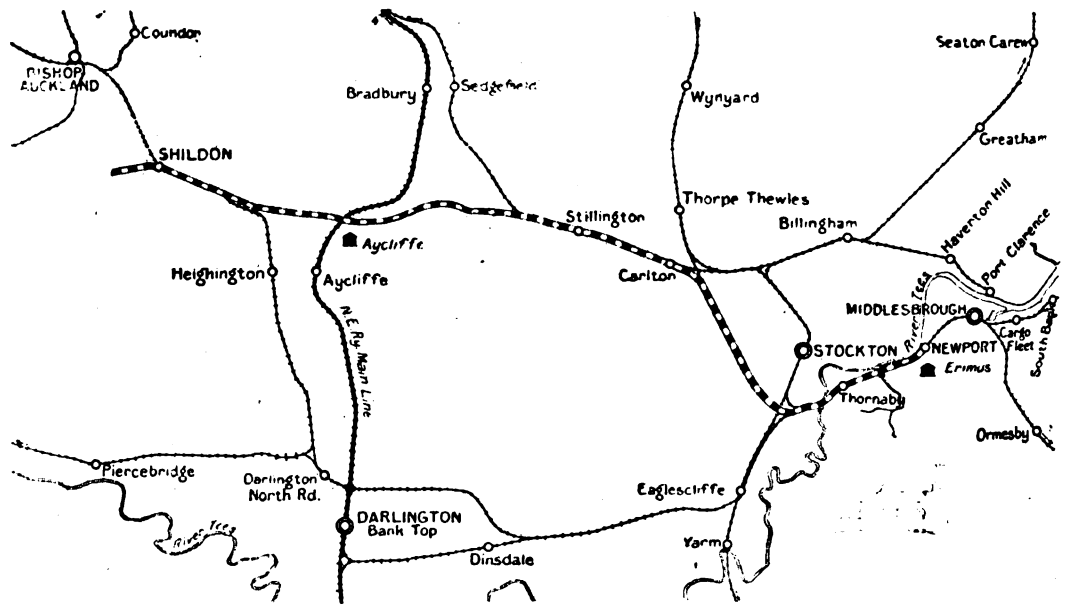


Abb. 1. Lageplan der Bahn Shildon—Newport.

einen Anfang zu machen. Die Linie geht streckenweise über die Bahn Stockton-Darlington, welche im Jahre 1825 als erste öffentliche Eisenbahn mit Dampflokomotiven von George Stephenson für Personen- und Güterverkehr eröffnet worden war.

Zunächst wird der elektrische Betrieb nur des Nachts geführt. Die Linie wurde als Versuchslinie gewählt, da sie einen bedeutenden Güterverkehr, u. zw. fast ausschließlich mit Erzzügen hat. Bei der Shildon-Newport-Bahn bestand ein besonderer Grund für die Einrichtung des elektrischen Betriebes darin, daß ein großer Teil der an der Nordostküste Englands in Koksofen- und Hochofenwerken in den Gegenden von Durham und Cleveland erzeugten Menge billigen Stromes für elektrischen Betrieb zur Verfügung stand. Die elektrische Linie ist rd 30 km lang und verbindet die Nebengleise von Shildon, die einen der größten Güterbahnhöfe in Großbritannien darstellen, mit denen in Newport bei Middlesborough. Die stärkste Steigung der Strecke beträgt etwa 10 ‰.

Es wurde hochgespannter Gleichstrom gewählt, der den Lokomotiven durch eine Oberleitung mit einer Spannung von 1500 V von zwei Umformerwerken zugeführt wird.

Die Aufhängung des Fahrdrahtes ist eine Vielfachaufhängung der Siemens-Schuckertwerke mit zwei Hilfsdrähten. Der Fahrdraht selber liegt wie bei den Köln-Bonner Kreisbahnen[1]) doppelt und besteht aus hartgezogenem Kupfer von je 100 mm² Querschnitt. In Weichen, wo nur Verschiebedienst stattfindet, liegt der Draht einfach und ist wie bei Straßenbahnen gespannt. Die übliche Spannweite zwischen den Aufhängepunkten beträgt 110 m, in den Weichen erheblich weniger, und die übliche Höhe des Fahrdrahtes über Schienenoberkante 5,03 m. Zur Verstärkung der Fahrdrähte sind über dem Tragwerk zwei Leitungen aus Kupfer von je 123 mm² gespannt und in gewissen Abständen mit den Fahrleitungen verbunden. Die ganze Aufhängung einschließlich der seitlichen Festlegung, der Zickzackverlegung, des Abzugs in der Krümmungen, Isolationen, Ausbildung der Masten und Joche usw. sind, da die Leitungen von Siemens Brothers ausgeführt worden sind, den Ausführungen der Siemens-Schuckertwerke nachgebildet. Das ganze eiserne Tragwerk ist durch Kupferbänder von 52,65 mm² Querschnitt elektrisch mit den Schienen verbunden, desgleichen alle in der Nähe der elektrischen Strecken liegenden Tragwerke von Signalleitungen. Um den Durchhang der Fahrdrähte bei Temperaturänderungen auszugleichen, sind selbsttätige Spannvorrichtungen eingebaut worden. Die Nachspannpunkte liegen 1010 m auseinander.

Die elektrische Strecke ist in Längen von je 4 km und bei Weichen in kürzere Strecken eingeteilt. Als Trennstellen hat man so viel wie eben möglich die Nachspannvorrichtungen verwandt, wobei man dann auch keine besonderen Streckenunterbrecher nötig hatte. Die Verbindungsschalter bestehen aus auf die Joche des Tragwerks gesetzten Hörnerausschaltern, mit einem nach unten zur nächsten Signalbude gehenden Stangenwerk, mittels dessen der Unterbrecher von hier aus in Bewegung gesetzt werden kann. Für gewöhnlich sind die Gleisleitungen alle parallel geschaltet, doch können die Hin- und Rückstrecken mit Hilfe der erwähnten Streckenunterbrecher auch elektrisch voneinander getrennt werden, wenn sich eine Notwendigkeit dazu ergeben sollte. Da die sämtlichen Signalbuden untereinander und mit einer Hauptstelle in Newport durch Fernsprecher verbunden sind, läßt sich von dieser

[1]) C. P. Steinmetz, „Wechselstromerscheinungen", 1900, S. 214 ff.
[2]) Arnold, „Wechselstromtechnik", Bd. I, 2. Aufl., S. 176 bis 201.
[3]) Bloch, „Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik", bei Rascher & Cie., Zürich u. Leipzig. 1917.
[4]) „The Electrician", Bd. 78, Nr. 8 ff.

[1]) Vgl. „ETZ" 1906, S. 307.

Digitized by Google

Stelle aus die Handhabung der Unterbrecherschalter einheitlich regeln. Bei Kreuzungen und in den Weichen, wo es nicht anders möglich war, hat man Streckenunterbrecher angewandt, die von den Lokomotiven mit verminderter Fahrgeschwindigkeit unterfahren werden.

Die Schienenbunde bestehen aus gebogenen Kupferkabeln mit jederseits angeschlossenem Kabelschuh, der in die entsprechend aufgerebene Schienenlochung unter der Schienenlasche eingenietet wird. An jedem Schienenstoße sind zwei solcher Bunde (Abb. 2) von

Abb. 2. Schienenbunde.

je 72,5 mm² vorhanden. Außerdem sind Kreuzverbindungen zwischen zwei Schienen eines Gleises in Abständen von etwa 92 m vorhanden und zwischen den einander zugekehrten Schienen zweier Gleise im gleichen Abstande. Mit Rücksicht auf die Erzförderung und die damit zusammenhängende starke Belastung des Gleises war eine große Nachgiebigkeit der elektrischen Schienenstoßverbindungen erwünscht. Diese wurden daher aus Kupferseilen hergestellt. Die Erdungsbügel mittels deren, wie oben angegeben, das Tragwerk der Leitungen mit den Schienen verbunden wurde, besteht nach Abb. 3 aus einem einfachen Kupferdraht von 53,25 mm² Querschnitt.

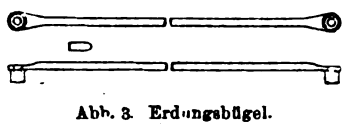


Abb. 3. Erdungsbügel.

Die Unterwerke erhalten den Strom aus dem Hauptleitungsnetz von den North-East Coast Power Companies, die ihrerseits an das Kraftwerk der Cleveland and Durham Electric Power Company angeschlossen sind. Es sind zwei Unterwerke, bei Aycliffe und bei Erimus, vorhanden. Das erstere erhält Drehstrom von 20000 V, das zweite von 11000 V, beide 40 Per. Mittels sechsphasiger Umformer wird dieser Strom in den Unterwerken in Gleichstrom von 1500 V umgewandelt, der den Fahrleitungen unmittelbar zugeführt wird. Einankerumformer wurden wegen ihres hohen Wirkungsgrades und ihrer starken Überlastbarkeit gewählt. Zwei der Umformer sind ständig in Reihe geschaltet, was man der Erzeugung von 1500 V in einem einzigen Umformeranker mit Rücksicht auf eine günstigere Kommutatorgeschwindigkeit und auf die Spannung zwischen zwei Kommutatorsegmenten vorgezogen hat. Es sind zwei Umformereinheiten von je 800 kW in Aycliffe und eine in Erimus aufgestellt. Jede besteht aus zwei hintereinander geschalteten Umformern von je 400 kW und 750 V bei 800 Umdr/min und 40 Per. Die Umformer wurden gebaut und geprüft für einen Leistungsfaktor von 0.95 und eine Überlastung von 50% auf 2 h, 100% auf 10 min, 200% vorübergehend. Die Maschine wurde geprüft mit 5000 V während 5 min; besondere Rücksicht nahm man auf die Verhinderung des Bürstenüberschlages bei Kurzschlüssen. Die Entfernung der Bürstenhalter voneinander wurde deshalb möglichst groß gewählt. Der Kommutator ist gegen den Anker und den Lagerarm durch ein besonderes isolierendes Schutzschild abgegrenzt. Bei den Versuchen kam es darauf an, festzustellen, welche Belastung ohne Bürstenfeuer rasch an- und abgeschaltet werden konnte. Fünfmal wurde hintereinander die ganze Belastung an- und selbsttätig wieder abgeschaltet, ohne daß dabei ein schädliches Bürstenfeuer beobachtet wurde. Die British Thomson-Houston Co. stellte dann später im Erimus-Werk noch einen weiteren Umformersatz für 1200 kW Leistung, bestehend aus zwei hintereinander geschalteten Umformern von je 600 kW auf. Die Hochspannungsapparate der Unterwerke sind sämtlich eisengeschlossen, sie bedürfen also keiner Reinigung während des Betriebes und sind gegen Beschädigungen gesichert.

Jedes Unterwerk ist mit der Strecke auf der positiven Seite durch vier Speiseleitungen verbunden. Die Leitungen sind mit Papier isoliert und mit Eisen armiert. Außerdem gehen von jedem Unterwerk zwei negative Kabel zu den Schienen.

Die Schaltanlage der Gleichstrom-Hochspannungsseite besitzt Fernsteuerung und ist in einzelnen gemauerten, voneinander abgeschlossenen Zellen untergebracht. Die Ausschalter lassen sich von den Sammelschienen behufs ungehinderter Untersuchungen trennen. Die Einzelausführungen der Hauptausschalter, Trennschalter usw. entsprechen denen von Wechselstrom-Hochspannungseinrichtungen. Besondere Schalttafeln für Licht- und Hilfsstromkreise, z. B. für die Luftpumpen und Ventilatoren, seien nur nebenbei erwähnt. Die Umformer wurden von der British Thomson-Houston Co., die Transformatoren von der British Westinghouse Co. geliefert. Die Umformer sind selbstsynchronisierend und werden durch den Ölschalter angelassen. Auf der Niederspannungsseite der Transformatoren dient ein Teil für den Bahnbetrieb, der andere für die Lieferung von Licht- und den sonstigen Hilfsströmen.

Lokomotiven. Da die Bahn Frachtverkehr hat, stehen nur Güterzuglokomotiven im Dienst. Diese wurden entworfen und gebaut von den North Eastern Railway Locomotive Works in Darlington; die elektrische Ausrüstung stellten Siemens Bros. Dynamo Works Ltd., Stafford. Die Maschinen sind für Güterzüge von 1237 t bei einer Geschwindigkeit von 40 km/h gebaut. Die allgemeine Bauart der Maschine geht aus Abb. 4 hervor. Sie stellt im wesentlichen einen auf zwei zweiachsigen Drehgestellen ruhenden Wagen dar, dessen Oberkasten die bekannte Bügeleisenform besitzt. Die Zugkraft wird nicht durch die Drehzapfen auf den Oberkasten übertragen, sondern gleich von den beiden Drehgestellen, die in der Mitte beweglich gekuppelt sind, abgenommen. Die Zug- und Stoßvorrichtungen befinden sich dementsprechend an den Stirnseiten der Drehgestelle, welche letztere also gleichsam zwei kurz gekuppelte zweiachsige Triebgestelle darstellen. Die Auflagerung des Oberkastens auf diesen Triebgestellen wird einmal durch die zylindrischen Drehzapfen und sodann durch in der Längsrichtung vor und hinter denselben liegende Gleitpfannen bewirkt, die sowohl an den Triebgestellen, als auch am Oberkasten starr befestigt sind. Infolge dieser unnachgiebigen Verbindung der Drehgestelle mit dem Oberkasten wird der Lauf der Drehgestelle selber infolge der ungleichmäßigen Belastung der Längsseiten bei nicht genauer Gleislage und den Gleiskrümmungen nicht sicher sein und der Oberkasten stark Verdrehungskräften ausgesetzt werden. Für Kleinbahnen mit geringer Fahrgeschwindigkeit hat sich die Bauart der Lokomotiven unbedenklich durchführen lassen. Für alle Bahnen indes mit höherer Fahrgeschwindigkeit und größeren Zugkräften muß sie als bedenklich bezeichnet werden.

Die wichtigsten Angaben der Lokomotiven sind folgende:

Gewicht der elektrischen Einrichtung einschließlich der Motoren	21,976 t
Das Gewicht des mechanischen Teils der Lokomotiven	45,536 t
Gewicht des Motors ohne Triebwerk	2,856 t
Gewicht des Motors mit Triebwerk und Verkleidung	3,32 t
Gesamtgewicht des mechanischen und elektrischen Teiles	67,562 t
Höhe des Schwerpunktes ungefähr	1,37 m
Ankerdurchmesser	549,27 mm
Durchmesser des Kollektors	460 mm
Länge des Kollektors	187,32 mm
Anzahl der Segmente	195
Drehzahl/min der Motoren, entsprechend einer Fahrgeschwindigkeit von 40 km/h	787

Der Oberkasten der Lokomotive ist aus Blech und Winkeleisen gebaut.

Jede Lokomotive trägt zwei Scherenstromabnehmer, jeder mit zwei Schleifbügeln und Auftrieb durch Druckluft. Der Schlüssel zur Hochspannungskammer dient zugleich zur Betätigung des Druckluftventiles und läßt sich von diesem nur in der geschlossenen Stellung

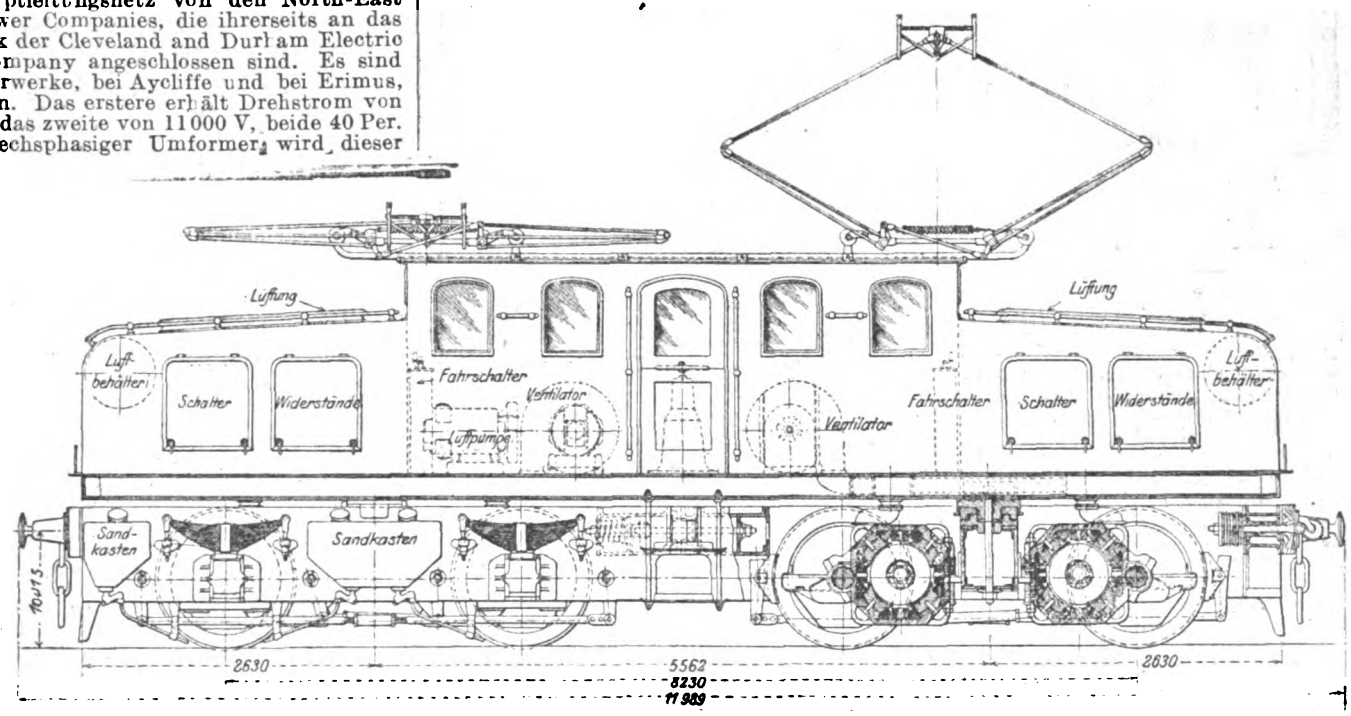


Abb. 4. Güterzuglokomotive der North-Eastern-Bahn.

abziehen, d. h. wenn die Stromabnehmer unten liegen, so daß es unmöglich ist, die Hochspannungskammer zu öffnen, während die Lokomotive Spannung hat.

Der Oberkasten der Lokomotive besteht aus einem Führerstand und zwei abfallenden Seitenteilen. Letztere enthalten die Widerstände, die Einzelschalter, die Ausschalter der Motoren, sonstige Ausschalter und alle Hochspannungsapparate. Der Hochspannungskammer-Verschluß steht in der vorgeschriebenen Weise mit der Druckluftleitung in Verbindung. Im Führerstand ist auf jeder Stirnseite ein Fahrschalter aufgestellt. Außerdem enthält er alle Hilfsschalter für die Regelung der Luftpumpe und der zwei nachbeschriebenen Umformer für Licht und Heizung sowie die Ventile der Westinghouse-Bremse und Druckluft-Sandstreuer. In der Mitte des Raumes ist eine Säule mit dem Handrad der Handbremse aufgestellt.

Jede Lokomotive ist mit vier vollständig geschlossenen Motoren ausgerüstet, von denen jede die zugehörige Achse mit einfacher Zahn-

Digitized by Google

radübersetzung antreibt. Die Zahnradübersetzung ist geteilt, so daß auf jeder Längsseite des Motors ein schmales Zahnräderpaar zur Triebachse hinübergeht (Abb. 5). Die Übersetzung ist 1 : 4,5. Die Motoren sind in der üblichen Weise an Querbäumen aufgehängt.

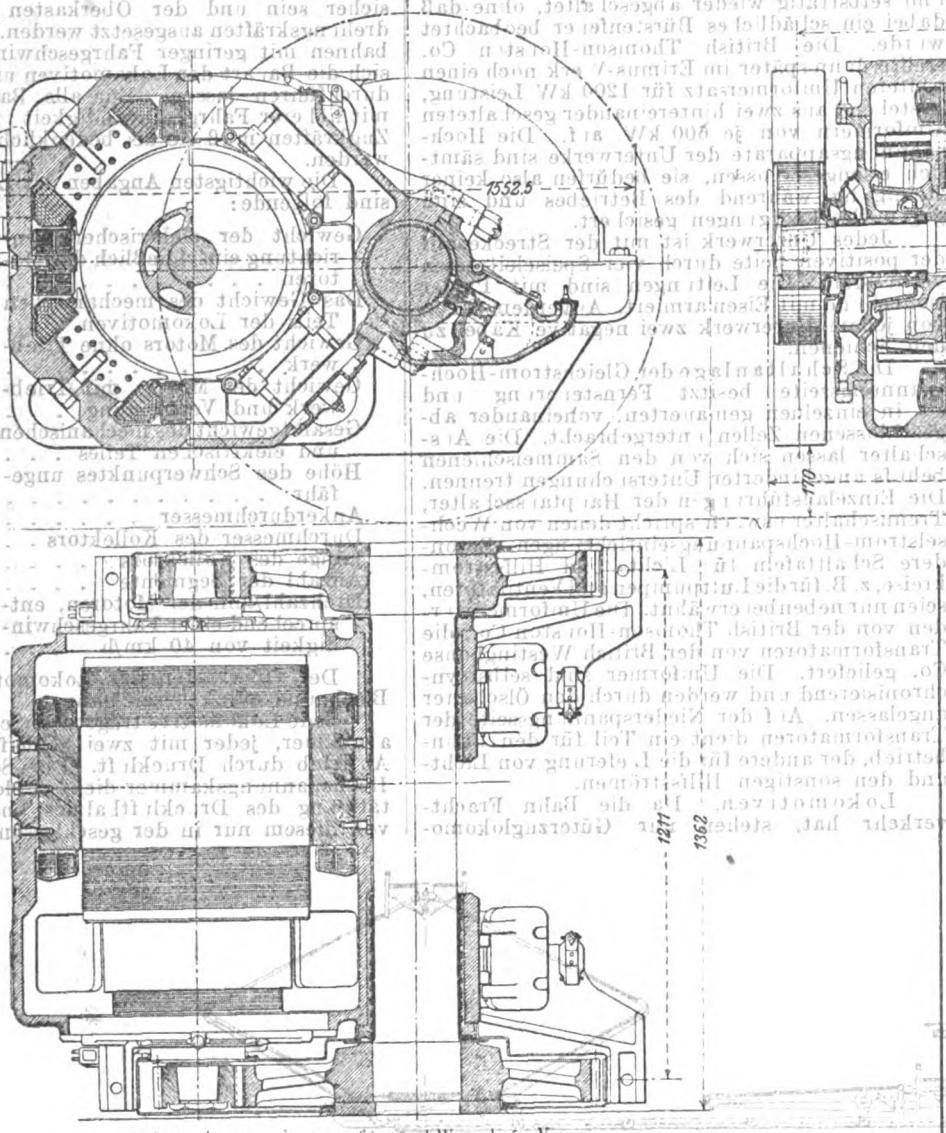


Abb. 5. Lokomotivmotor für 205 kW und 750 V.

Die Ankerlager besitzen Ringschmierung, die Traglager Polsterschmierung.

Die Motoren (Abb. 5) sind für 750 V gebaut, wobei die beiden Motoren jedes Drehgestells in Reihe geschaltet sind, so daß die äußere Klemmspannung 1500 V beträgt. Die beiden Motorgruppen werden bei der Anfahrt hintereinander und später nebeneinander geschaltet. Jeder Motor leistet bei einer Fahrgeschwindigkeit von 32,2 km/h 205 kW als Stundenleistung mit künstlicher Lüftung, doch ist er imstande, ohne Benachteiligung ein Drehmoment auszuüben, das hinreicht, die Triebräder bei jeder Schienenbeschaffenheit zum Schleudern zu bringen und eine mittlere Zugkraft am Radumfang von 12 750 kg als Anfahrzugkraft auszuüben. Die Motoren sind so gebaut, daß sie mit einer Fahrgeschwindigkeit von 72 km/h mit Sicherheit leisten können, wohingegen in den Wagerechten die regelgemäße Fahrgeschwindigkeit 40 km/h bei einem Gewicht des Zuges von 1270 t beträgt. Jede Lokomotive ist imstande, in 12 h vier Doppelfahrten durchzuführen, jede bestehend aus einer Fahrt von Shildon nach Newport mit dem Zuge von 1270 t und einer Fahrt von Newport nach Shildon mit einem Zuge von 725 t, jede Strecke in einer Länge von 29 km. Die Lokomotive vermag weiterhin,

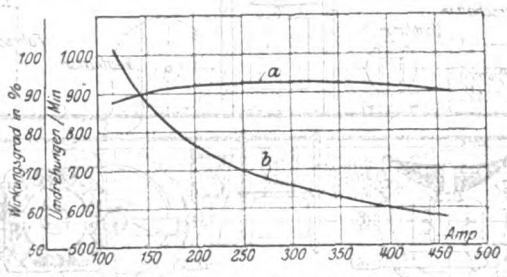


Abb. 7. Kennlinie der Lokomotivmotoren.

mit einem Zuge von 725 t auf einer Steigung von 1 : 100 in regelgemäßen Betriebe anzufahren. Abb. 6 stellt eine Bürstenbrücke der Motoren dar, Abb. 7 die Kennlinie des Motors nach Versuchen in der Werkstatt. Die Kühlluft der Motoren wird von Ventilatoren geliefert, die durch die Welle der Umformer angetrieben werden. Um eine nachgiebige Rohrverbindung zwischen dem Ventilator im Führerstand und den Motoren zu ermöglichen, ist die in Abb. 8 dargestellte federnde Verbindung ausgeführt worden. Der regelgemäße Verbrauch an Luft beträgt bei jedem Motor 19,82 m³/min.

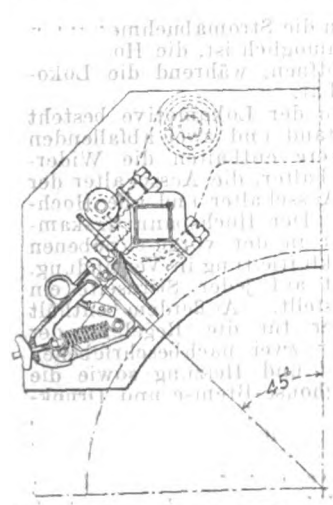


Abb. 6. Bürstenbrücke der Motoren.

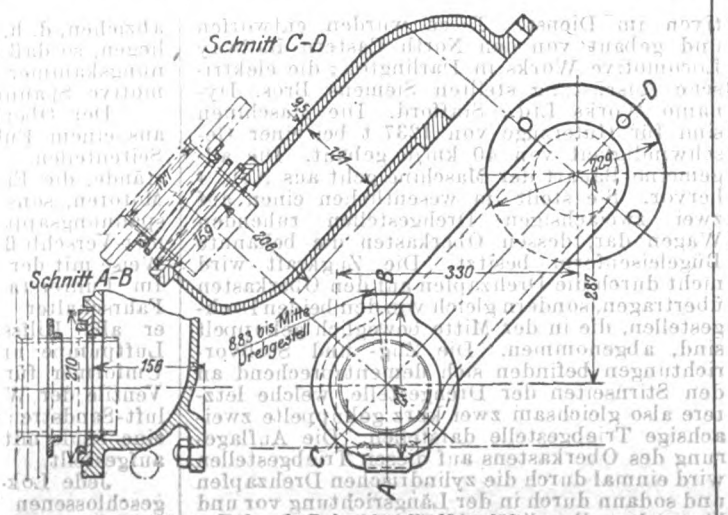


Abb. 8. Federnde Rohre für die Motorlüftung.

Regelungsvorrichtung. Die Steuerung der Motoren erfolgt durch Schütze. Die Führerregler können von Hand oder selbsttätig bewegt werden. Die letztere Bewegung wird durch eine Feder bewirkt, die durch die Kurbel des Reglers gespannt wird, wobei sich dann die Geschwindigkeit, mit welcher die Reglerwalze der Kurbel folgt, durch eine Stufenauslösung regelt. Der Höchststrom, der auf jeder Fahrstufe entnommen wird, wird bestimmt durch einen Grenzschalter, der in den Seitenkammern des Führerstandes untergebracht ist. Dieser Grenzschalter schließt bei der Stärke des Stromes über eine vorher bestimmte Grenze ein kleines magnetisches Sperrwerk, welches die selbsttätige Auslösung der Walzen von Stufe zu Stufe hemmt und die Walze festhält, bis der Strom wieder auf den bestimmten Wert gesunken ist. Die Bewegung des Reglers von Hand erfolgt durch die Lüftung einer Klinke im Regler, die dann die Feder der selbsttätigen Auslösevorrichtung des Reglers und damit die ganze selbsttätige Fortbewegung des Reglers ausschaltet. Weiterhin ist eine besondere Anfahrregelung vorgesehen, so daß in besonderen Fällen die Anpassung des Grenzschalters an die gewünschte Beschleunigung durch die Kurzschließung von Windungen einer Gegenspule erfolgen kann, wodurch ein größerer Anfahrstrom ermöglicht wird.

Jeder Führerregler ist mit einem Fahrtwender ausgerüstet, dessen Kurbel in der üblichen Weise nur in der Ausschaltstellung des Reglers bewegt werden kann, wie sie ihrerseits in der Ausschaltstellung die Walze des Fahrreglers sperrt. Weiter ist am Führerregler ein kleiner Federschalter angebracht, durch den der selbsttätige Ausschalter der Lokomotive ausgelöst oder beeinflußt werden kann. Dieser Schalter ist ebenfalls gesperrt, wenn die Kurbel des Fahrtwenders in der Nullstellung steht. Der Steuer-, Beleuchtungs- und Heizstrom wird von Umformern mit einer Spannung, die halb so groß ist, als die Fahrdrahtspannung, geliefert.

In Abb. 9 ist ein Stromschütz der Lokomotivregelung abgebildet. Die Schütze arbeiten magnetisch und sind gleichfalls mit einem Sperrwerk versehen, das sie gegenseitig verriegelt.

Die Fahrwiderstände, welche von der üblichen Gußeisenform sind, sind in einem eigenen Abteil der Endkammern der Lokomotive untergebracht, die durch Jalousien in den Stirnseiten gelüftet werden. Der Hauptausschalter der selbsttätigen Stromunterbrechung ist als Hörnerausschalter ausgeführt und am Lokomotivdache angebracht. Er kann auch vom Führerschalter aus durch einen Kontakt von Hand oder mechanisch mittels eines Handgriffes bewegt werden. Der Ausschalter kann nur geschlossen werden, wenn der betreffende Kontakt am Führerschalter geschlossen ist. Rote und grüne Lampen zeigen an, ob der Ausschalter geschlossen oder offen ist. In den Führerkammern befindet sich auch ein Amperemeter im Blickfeld des Führers.

Wie oben schon erwähnt, stehen in der Führerkammer der Lokomotive zwei unabhängige Einankerumformer. Ihre Anker-

Digitized by Google

haben Doppelwicklung und zwei Stromwender. Die letzteren sind über die Leitungsspannung in Reihe geschaltet. Der den Umformern entnommene Strom zweigt zwischen Mitte und Erde ab, so daß er gleich der halben Linienspannung ist. Die tatsächliche Spannung beträgt, wenn der Motor für die Regelung von Beleuchtung arbeitet und 1 kW liefert, 710 V. Die Geschwindigkeit beträgt 1500 Umdr/min.

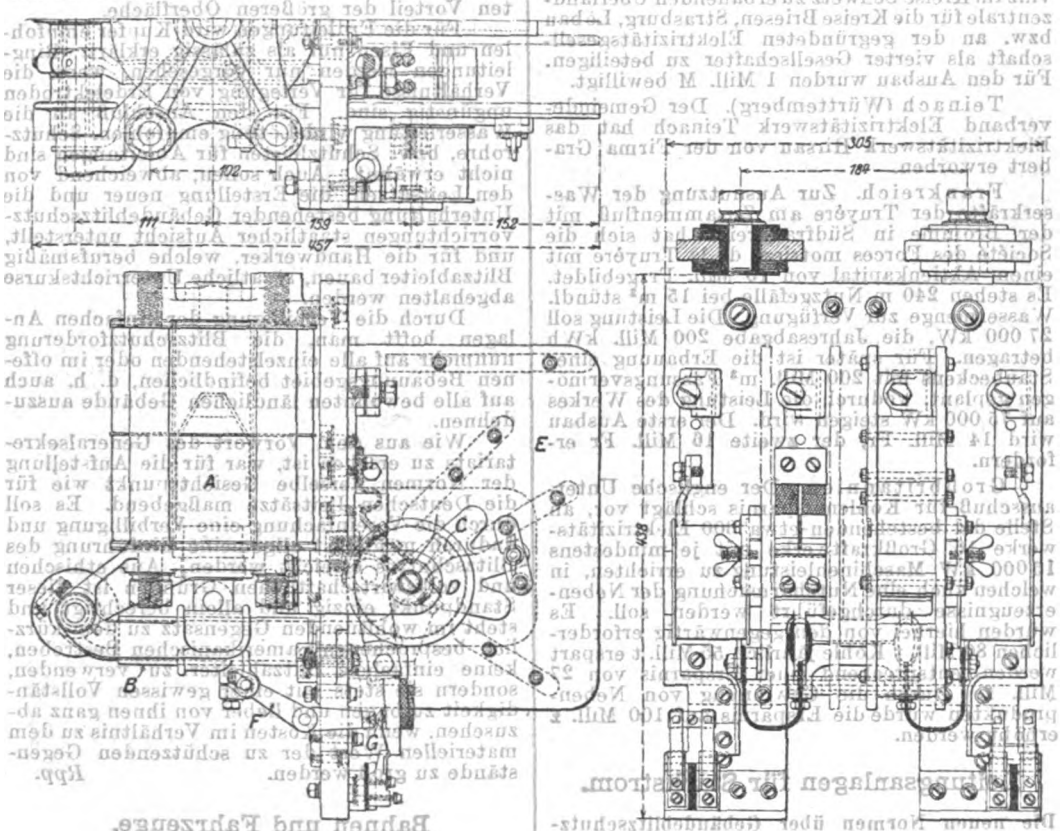


Abb. 9. Stromschütz der Lokomotivenfabrik.

Die Achse jedes Umformers trägt auf einer Verlängerung einen Ventilator, die die Kühlluft für das Motorpaar eines Drehgestelles liefert. Die regelgemäße Leistung der Umformer beträgt bei einer Erwärmung um 50° 45 kW. Im Stromkreis jeder Maschine liegt ein Anlaßwiderstand, der selbsttätig durch ein Relais einige Sekunden nach Einschaltung des Ausschalters selbsttätig kurzgeschlossen wird.

Eine Motorluftpumpe steht im Führerhause der Lokomotive, um die Druckluft für die Bremse, für den Sandstreuer, zur Betätigung des Stromabnehmers und für die Warnungspfeifen zu liefern. Die Pumpe liefert 1.42 m³/min mit einem Druck von 7 at. Dieser Motor läuft mit der vollen Linienspannung und ist an die Leitungsklemme des Hauptausschalters angeschlossen, so daß, wenn der Stromabnehmer mittels einer Handpumpe gehoben wird, die Luftpumpe anläuft und Druckluft mit vollem Druck in den Behälter liefert. Er wird geregelt durch einen Ausschalter, ähnlich dem der Umformer und einem Anlaßwiderstand, der durch ein Relais wie bei den Umformern selbsttätig kurzgeschlossen wird, mit dem Unterschied, daß das Relais mit Zeitauslösung versehen ist, um die Anlaufzeit beliebig bemessen zu können. Die Luftpumpe ist mit einem selbsttätigen Druckregler verbunden, der den Stromkreis öffnet, wenn der Luftdruck 7 at erreicht hat, und wieder schließt, wenn der Druck auf 5.6 at gesunken ist.

Jede Lokomotive hat zwei Stromabnehmer. Diese sind als Scherenabnehmer aus Stahlrohren gebaut und werden von starken Isolatoren auf dem Wagendache getragen. Jeder Abnehmer hat zwei Aluminiumschleifstücke. Da der Fahrdraht doppelt liegt, arbeiten die Maschinen also mit acht Stromabnahmepunkten. Die Schleifbügel sind am Scherengestell gefedert, so daß sie Unregelmäßigkeiten der Fahrleitung rasch folgen können, ohne daß man auf das Mitgehen des Scherengestelles zu rechnen braucht. Die Stromabnehmer werden durch eine Handpumpe beim Beginn des Tagesbetriebes gehoben, wenn im Luftbehälter Druckluft nicht vorhanden sein sollte. Mittels der Lufthähne im Führerhause können die Stromabnehmer einzeln oder beide gesenkt werden. Die Stromabnehmer senken sich auch bei allen Beschädigungen der Luftleitungen. Die Betätigung des Stromabnehmers mittels Druckluft erfolgt durch einen Zylinder, aber nicht unmittelbar, sondern unter Einschaltung von Federn, die so angeordnet sind, daß der Leitungsdruck der Bügel bei allen Höhenlagen des Stromabnehmers gleich bleibt.

In Shildon befindet sich ein Lokomotivschuppen mit Werkstatt, die vollständig elektrisch eingerichtet sind. Ein selbsttätiger Ausschalter kann den ganzen Schuppen stromlos machen. Jede Lokomotive hat einen nebenläufigen Erdungsschalter, so daß Arbeiten auf dem Dache der Lokomotiven unbeeinflußt von Leitungsstrom oder dem Stromzustande der Lokomotiven auf benachbarten Ständen vorgenommen werden kann.

Es wurden geliefert:

die Lokomotiven von der North Eastern Railway Co.;

die elektrische Einrichtung der Lokomotiven von Siemens Broth. Dynamo Works (Ltd.), Stafford;

die oberirdischen Speiseleitungen für 20 000 und 11 000 V sowie die Kabel für die Unterwerke von der British Insulated & Helsby Cables (Ltd.), Prescot;

die Unterwerke und deren Schalteinrichtung von der British Thomson-Houston Co.;

die Transformatoren von der British Westinghouse Co.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Verluste in unterteilten Leitern bei hohen Frequenzen.

[Journal of the Franklin Institute, Juli 1916.]

E. F. Northrup und R. G. Thompson berichten über eine durch den Fortfall von Korrektionsfaktoren gekennzeichnete experimentelle Methode zum Bestimmen der Verluste in unterteilten Leitern bei hohen Frequenzen. Da mit Sicherheit angenommen werden kann, daß bei sehr hohen Frequenzen alle in stromführenden Leitern auftretenden Verluste als Wärme in die Erscheinung treten, wurden beim Vergleichen verschiedener typischer, im Querschnitt nahezu gleich großer Hochfrequenz-Leiterarten ihre absoluten und ihre relativen Wärmeverluste gemessen, wobei die je etwa 20 m langen, zu teils induktiven, teils induktionsfreien Spulen gewundenen Leiter in nicht versilberten Dewarschen Flaschen in Mineralöl getaucht waren. Die sekundliche Schwingungszahl des auf gebräuchliche Art erzeugten Hochfrequenzstromes betrug 167 000 bei den induktiven und 250 000 bei den induktionsfreien Spulen. Die Ströme wurden nach einer Nullmethode, die Temperaturen mittels induktionsfreier Widerstandsthermometer gemessen.

Die Verfasser ziehen folgende Schlußfolgerungen: In unterteilten Leitern mit parallellaufenden Einzelleitern und Litzen sind die Verluste merklich größer, als in gleich großen Volldrähten. Durch Verdrillen gehen die Verluste stark zurück und werden schnell geringer als in Volldrähten; dabei scheint die Abnahme der Verluste dem Drall proportional zu sein. Je dünner die Einzeldrähte, je inniger sie unter sich versponnen oder verflochten sind und ferner je vollkommener sie gegeneinander isoliert sind, um so mehr nähert sich bei unterteilten Leitern deren Wechselstromwiderstand dem Gleichstromwiderstand. Wichtig ist, daß die Einzeldrähte so versponnen oder verflochten werden, daß sie längs des entstehenden Leiters abwechselnd außen und innen liegen. Die Versuche scheinen darzutun, daß die durch Verwenden emaillierter Drähte bedingte Abnahme der Verluste die Mehrkosten gegenüber der Verwendung lackisolierter Drähte kaum aufwiegt, besonders in jenen häufig vorliegenden Fällen, in denen lediglich ein Teil des Gesamtstromes hochfrequent ist. *M.-W.*

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Über einige Probleme der Energieübertragung zwischen zwei drahtlosen Stationen.

[Jahrb. d. drahtl. Telegr., Bd. 12, S. 15.]

Von der niederländisch-indischen Regierung wurden systematische, rein experimentelle Untersuchungen angestellt, über die C. J. de Groot eingehend berichtet; die Erscheinungen sind nämlich in der Praxis viel zu verwickelt, als daß jemals die Theorie sie in genügender Weise vorauszubestimmen gestattete. Es zeigt sich, daß der Raumstrahl tagsüber die Fähigkeit besitzt, sich zu krümmen, welche Fähigkeit er jedoch nachtsüber nicht in merklichem Grade aufweist. Beim Telegraphieren von einer Küste der Insel Ceram zur anderen entgegengesetzten auf nur 150 km Entfernung mit Antennenenergie-Tonsender von 2,5 und 5 kW, welche Energie sonst tagsüber auf mehr als 750 km, nachtsüber auf einige Tausend Kilometer ausreichte, trat merkwürdigerweise keinerlei Nachtverbindung, aber gute Tagsverbindung auf. Zwei Hügel von 530 bzw. 830 m Höhe liegen zwischen den beiden betreffenden Stationen. Daher kann sich unter Umständen nachts eine Raumwelle nicht bedeutend krümmen, tags dagegen wohl, d. h. die Flemingsche Theorie, welche tagsüber eine Biegung der Strahlen von der Erde ab bedingt, kommt zu Falle, die Ecclessche Theorie dagegen, welche infolge der Ionisation der Atmosphäre tagsüber eine Krümmung des Raumstrahls im Sinne der Erdkrümmung verlangt, wird durch absolute Beweise gestützt. Aber die Ecclessche Theorie gibt ohne Ergänzung keine Erklärung für die in den Tropen stark auftretenden Lautstärkeveränderungen am hellen Tage. Diese Ergänzung wird nun vom Verfasser durch Versuche geliefert, wobei die Krümmung der Raumwelle als Kreisbogen in die Rechnung eingeführt wird.

Für die Nachtverbindung kann eine Gegenstation nur von einem Raumstrahl getroffen werden, welcher, wie Eccles es verlangt, in höheren Schichten reflektiert wird, und je mehr dabei die Reflexion eine nahezu tangentiale ist, um so eher tritt Totalreflexion ein, um so weiter wird also die reflektierte Welle übertragen. Hiermit wird die merkwürdige Erscheinung dieser in den Tropen auftretenden normalen Nachtverbindung erklärt, wonach beim Gebrauch von Vertikalantennen nach nicht zu großen Entfernungen die Lautstärke nachts wächst, wenn die Stationen sich weiter voneinander entfernen. Aber in einem gewissen Abstande tritt natürlich ein Maximum ein; bei weiterer Zunahme der Entfernung vermindert sich dann die Wirkung, freilich langsamer als wenn keine Reflexion da wäre; erst in sehr großen Entfernungen nimmt die Wirkung etwa umgekehrt proportional mit der Entfernung ab. Auch auf eine mehrfache Reflexion desselben Strahles wird Rücksicht genommen, wobei allerdings Phasendifferenzen eintreten und Interferenzwirkungen sich geltend machen müssen; dies um so mehr, je mehr wir es mit ungedämpften Wellen zu tun haben. Daraus mag sich die von Austin und de Forest beobachtete Erscheinung erklären, daß nachts eine kleine Änderung der Wellenlänge die Empfangslautstärke stark beeinflussen kann. Aus der Beobachtung zweier stiller Zonen, in denen absolut keine Wirkungen beobachtet werden konnten, wird auf eine Höhe der reflektierenden Atmosphärenschicht geschlossen, die zwischen 152,5 und 267 km

Digitized by Google

liegt, im Mittel also rd 200 km. Diese Höhe stimmt auch mit den beobachteten von solchen Schichten abhängigen Nordlichterscheinungen überein.

Die beschriebenen Beobachtungen beziehen sich ausschließlich auf die Tropen, in denen die Wirkungen von den in Europa beobachteten gänzlich verschieden sind. Nachtverbindungen über 6000 km für eine 2½ kW-Station, mit einer Wellenlänge von nur 600 m arbeitend, sind in den Tropen etwas Alltägliches, während sie in unseren Gegenden nur äußerst selten einmal vorkommen. Auch die Tagesverbindungen gestalten sich dort ganz abnormal, worüber Verfasser ein anderes Mal berichten will. *Zdr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Errichtung von Prüfämtern für Elektrizitätsverbrauchsmesser in der Schweiz.

[Bulletin des S. E. V. Bd. 8, S. 24, 56 u. 376.]

Durch die „Vollziehungsverordnung betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern" vom 9. XII. 1916 ist die Errichtung von Prüfämtern in der Schweiz beschlossen worden. Als Prüfamt 1 gilt das „Amt für Maß und Gewicht" in Bern. Die weiteren z. Zt. bestehenden 28 Prüfämter sind größtenteils Elektrizitätswerken angegliedert; auch mehrere elektrotechnische Firmen, wie die Landis & Gyr A. G., Zug, die Soc. Genève d'instruments des physique, Genf, die Siemens-Schuckertwerke, Zürich, Elektra Birseck, Münchenstein, die Fabrik elektrischer Apparate „Chassera", St. Immer, und endlich der Schweizerische Elektrotechnische Verein gelten als Prüfämter. Je nach Umfang der Apparatur unterscheidet man 3 Klassen von Prüfämtern; manche sind nur für einzelne Stromarten zuständig. Auf Grund obigen Gesetzes hat die Eichpflicht der in Handel und Verkehr gebrachten Elektrizitätszähler am 1. I. 1918 begonnen. Die gesetzlichen Bestimmungen sind in der oben angegebenen Quelle vollinhaltlich abgedruckt. Erwähnt sei, daß die Symbolzeichen die nebenstehende Gestalt haben (Abb. 1). *—z.*

Abb. 1.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Ein Elektrizitätsgesetz für Ungarn.

Der ungarische Handelsminister hat den Generaldirektor der Budapester Elektrizitätswerke, Ingenieur L. Stark, den Generalsekretär des Ungarischen Elektrotechnischen Vereines, Ingenieur D. Jakobovits, und den Rechtsbeirat des Ungarischen Elektrotechnischen Vereines, Advokat Dr. G. Vikár, beauftragt, einen Entwurf eines ungarischen Elektrizitätsgesetzes auszuarbeiten, welches die auf die Erzeugung, Verteilung und Verkauf der elektrischen Energie sich beziehenden Rechtsverhältnisse zu regeln geeignet wäre. Gleichzeitig wurden genannte Herren beauftragt, den Entwurf eines Programms auszuarbeiten, welches alle zur Verbreitung der elektrischen Energie notwendigen Regierungsmaßnahmen enthalten soll. Da in Ungarn alle auf die Konzessionierung von Elektrizitätswerken sich beziehenden Rechte bisher in den Händen der Gemeinden lagen, wodurch der Bau von Überlandwerken wesentlich erschwert war, ist von dieser Regierungsmaßnahme eine wesentliche Förderung des Elektrizitätswesens in Ungarn zu erwarten. Die bisherige Tätigkeit der Beauftragten bietet die Gewähr, daß die Erfahrungen der Praxis bei Ausarbeitung des neuen Gesetzes beachtet werden. *Sz.*

Von Elektrizitätswerken.

Altdorf (Bayern). Die Gemeinde Bernbach (Schwaben) hat die Gemachmühle bei Altdorf erworben, um sie zu einem Elektrizitätswerk auszubauen.

Altenmarkt b. Fürstenfeld (Steiermark). Zur Erwerbung der Wasserkraft aus dem Feistritzflusse und zur Errichtung eines Elektrizitätswerkes wurde die Elektrizitätsgesellschaft m. b. H. Altenmarkt b. Fürstenfeld gegründet.

Neumarkt a. R. (Bayern). Das Überlandwerk Bodenkirchen (Besitzer Seb. Ptistershammer) hat das Elektrizitätswerk Gangkofen käuflich erworben, um dessen Abnehmer ebenfalls an das Netz der Überlandzentrale anzuschließen.

Neustadt (Westpreußen). Der Kreistag genehmigte den Vertrag zwischen der Stadt und der dortigen Zementfabrik über Lieferung elektrischen Stromes sowie die Aufnahme einer Anleihe von 30 000 M für diese Zwecke.

Nossen (Sachsen). Die Stadtverordneten beschlossen den Anschluß der Gemeinde an den Elektrizitätsverband Gröba.

Reichenbach i. V. Die städtischen Kollegien bewilligten zur Erweiterung des Elektrizitätswerkes die Aufnahme einer Anleihe von 200 000 M.

Rosenberg (Westpreußen). Der Kreis Rosenberg beabsichtigt, sich an der von der Provinz im Kreise Schwetz zu erbauenden Überlandzentrale für die Kreise Briesen, Strasburg, Löbau bzw. an der gegründeten Elektrizitätsgesellschaft als vierter Gesellschafter zu beteiligen. Für den Ausbau wurden 1 Mill. M bewilligt.

Teinach (Württemberg). Der Gemeindeverband Elektrizitätswerk Teinach hat das Elektrizitätswerk Hirsau von der Firma Grabert erworben.

Frankreich. Zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Truyère am Zusammenfluß mit der Bromme in Südfrankreich hat sich die Société des Forces motrices de la Truyère mit einem Aktienkapital von 15 Mill. Fr gebildet. Es stehen 240 m Nutzgefälle bei 15 m³ stündl. Wassermenge zur Verfügung. Die Leistung soll 27 000 kW, die Jahresabgabe 200 Mill. kWh betragen. Für später ist die Erbauung eines Staubeckens mit 200 Mill. m³ Fassungsvermögen geplant, wodurch die Leistung des Werkes auf 75 000 kW steigen wird. Der erste Ausbau wird 14 Mill. Fr, der zweite 16 Mill. Fr erfordern.

Großbritannien. Der englische Unterausschuß für Kohlenersparnis schlägt vor, an Stelle der bestehenden etwa 600 Elektrizitätswerke 16 Großkraftwerke mit je mindestens 15 000 kW Maschinenleistung zu errichten, in welchen auch eine Nutzbarmachung der Nebenerzeugnisse durchgeführt werden soll. Es würden hierbei von den gegenwärtig erforderlichen 80 Mill. t Kohle jährlich 55 Mill. t erspart werden, entsprechend einer Ersparnis von 27 Mill. £. Durch die Gewinnung von Nebenprodukten würde die Ersparnis auf 100 Mill. £ erhöht werden.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Die neuen Normen über Gebäudeblitzschutzvorrichtungen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins.

[Bulletin des S. E. V., Bd. 8, S. 141.]

Die neuen Schweizer Bestimmungen sind ebenso wie unsere Leitsätze auf Grund der Erfahrungen noch weiter nach der Richtung ausgebildet worden, daß die Metallteile der Gebäude zur Vereinfachung des Blitzschutzes herangezogen werden. In dem Vorwort des Generalsekretariats heißt es hierzu:

„Die Verwendung solcher metallener Konstruktionsteile (First- und Kehlbleche, Dachrinnen, Regenabfallrohre u. a. m.) zur Aufnahme und Ableitung der elektrischen Mengen einer Blitzentladung ist einerseits durch praktische Erfahrungen, andererseits durch die Überlegung gerechtfertigt, daß bei dem außerordentlich unstationären Charakter der Entladung relativ großflächige Leitergebilde aus bekannten Gründen noch besser zur sicheren Führung der elektrischen Mengen geeignet sind, als massive Drähte von verhältnismäßig kleinem Durchmesser. Die Erfahrung bestätigte ferner die neuere Anschauung, daß der Auffangestange nicht der ihr früher zugesprochene besondere und weittragende Schutzwert zustehe, daß vielmehr jeder an höchstgelegenen Punkten des Gebäudes angebrachte und mit der Erde in geeigneter Verbindung stehende Leiter, namentlich auch in Flächenform (z. B. Blechabdeckungen von Giebeln und Türmen, eiserne Kamine usw als natürliche Fangleitung, oder Drähte als künstliche Fangleitungen) zur Aufnahme der elektrischen Ladung geeignet sei.

Die neuen Normen sind gegenüber den vorgenannten in der physikalischen Anschauung und in ihrem generellen Aufbau unverändert geblieben; sie bedeuten aber in der Anwendung dieser Grundsätze einen Schritt nach vorwärts, entsprechend den in der Zwischenzeit neu gesammelten Erfahrungen.

Hierher gehört u. a. die Zulassung der metallenen Regenabfallrohre als natürliche Ableitungen, vorausgesetzt, daß diese gut geerdet sind. Ferner die Bevorzugung der „natürlichen" Fangleitungen und die Anleitungen zu besserer Ausbildung der natürlichen und künstlichen Fangleitungen ohne Auffangstangen, auch für Kamine."

Die angestrebte Vereinfachung des Blitzableiterbaues kommt in den klaren und übersichtlichen Bestimmungen gut zum Ausdruck. Die Normen sind so abgefaßt, daß sie gleichzeitig die Angaben über die Art der Ausführungen der Blitzableiter enthalten, die bei unseren Leitsätzen in den Erläuterungen und Ausführungsbestimmungen aufgeführt sind. Die Normen sollen auch als Mindestforderung für eine Anlage gelten.

Abweichungen von den Leitsätzen des V. D. E. finden sich in folgenden Punkten:

Bei den Querschnittsangaben ist der für Band verlangte Querschnitt bei Kupfer im Verhältnis zu 40:28 und bei Eisen im Verhältnis zu 75:50 größer als für Runddraht. Das entspricht nicht dem im Vorwort erwähnten Vorteil der größeren Oberfläche.

Für die Erdleitungen wird Kupfer empfohlen und Eisen nur als zulässig erklärt. Ringleitungen werden nur vorgesehen, wenn die Verhältnisse für Verlegung von Erdelektroden ungünstig sind. Für den Anschluß an die Wasserleitung wird Lötung empfohlen. Schutzrohre, bzw. Schutzleisten für Ableitungen sind nicht erwähnt. Auch sollen, abweichend von den Leitsätzen, die Erstellung neuer und die Unterhaltung bestehender Gebäudeblitzschutzvorrichtungen staatlicher Aufsicht unterstellt, und für die Handwerker, welche berufsmäßig Blitzableiter bauen, staatliche Unterrichtskurse abgehalten werden.

Durch die Verbilligung der einfachen Anlagen hofft man, die Blitzschutzforderung nunmehr auf alle einzelstehenden oder im offenen Bebauungsgebiet befindlichen, d. h. auch auf alle bewohnten ländlichen Gebäude auszudehnen.

Wie aus dem Vorwort des Generalsekretariats zu ersehen ist, war für die Aufstellung der Normen derselbe Gesichtspunkt wie für die Deutschen Leitsätze maßgebend. Es soll durch die Vereinfachung eine Verbilligung und dadurch möglichst allgemeine Einführung des Blitzschutzes erreicht werden. Aus ethischen und volkswirtschaftlichen Gründen ist dieser Standpunkt einzig und allein berechtigt und steht im wohltuenden Gegensatz zu dem kürzlich besprochenen[1]) amerikanischen Bestreben, keine einfachen Blitzableiter zu verwenden, sondern sie stets mit einer gewissen Vollständigkeit zu bauen und lieber von ihnen ganz abzusehen, wenn die Kosten im Verhältnis zu dem materiellen Wert der zu schützenden Gegenstände zu groß werden. *Rpp.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Von elektrischen Bahnen.

Düsseldorf. Die Stadt beabsichtigt, Straßenbahngleise an die Güterbahnhöfe Bilk und Derendorf anzuschließen.

Obertürkheim (Württemberg). Die Stadt erhielt die Genehmigung zur Weiterführung der Straßenbahn von Obertürkheim nach Hedelfingen mit Anschluß an die dortige Vorortlinie nach Stuttgart.

Rußland. Im Jakutengebiet ist der Bau einer schmalspurigen elektrisch betriebenen Eisenbahn in Angriff genommen worden, welche 215 km lang sein soll. Sie nimmt in Nelkan am Maja am Lenabassin ihren Ursprung und führt zum Hafen Port Achan am Ochotskischen Meer. *Gbg.*

Um die Konzession zum Bau der 20 km langen Newski-Elektrische-Vorstadtbahnen in Petersburg hatten sich englische Unternehmer beworben. Die Regierung beschied das Gesuch abschlägig und übertrug die Konzession der Petersburger Kreislandschaft, die den Bau bis spätestens 1. I. 1919 beendet haben soll.

Allgemeiner Maschinenbau.

Schwingungsvorgänge beim Auswuchten rasch umlaufender Massen nach dem System Lawaczeck.

[H. Heymann. Dissertation. Technische Hochschule Darmstadt.]

Die Arbeit besteht aus zwei Teilen: I. Das Auswuchtproblem und seine technische Verwirklichung und II. Gegenüberstellung von Theorie und Versuch.

Nach der Einleitung bezweckt die Arbeit eine Klarstellung des Zusammenhanges zwischen den theoretischen Grundlagen, auf denen die Arbeitsweise der Auswuchtmaschine nach System Lawaczeck beruht und den praktischen Ergebnissen.

Das erste Kapitel von Teil I bringt eine Beschreibung der Maschine, welche durch Konstruktions- und Ansichtszeichnungen unterstützt wird.

Im zweiten Kapitel wird die Kräftereduktion an dem auszuwuchtenden Gegenstand, sowie die Methode des Auswuchtens dargestellt und durch entsprechende Schaubilder erläutert. Diese Auseinandersetzungen sind in großer Breite dargelegt und geben dem Ingenieur, welcher dem Auswuchtproblem neu

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 477.

Digitized by Google

gegenüber steht, eine gute Anleitung für das Geschäft des Auswuchtens.

Das dritte Kapitel soll die wesentlichen Schwingungsvorgänge mathematisch beleuchten, u. zw. unter Vernachlässigungen aller Nebenerscheinungen, so daß schließlich die einfache harmonische Schwingung zum Vorschein kommt.

Die Maschine wird einmal mit einem physikalischen Pendel und weiter mit einer gespannten Feder verglichen. Den wissenschaftlich arbeitenden Ingenieur hätte es mehr befriedigt, wenn zunächst die Bewegungsgleichungen unter Berücksichtigung aller wesentlichen Umstände aufgestellt worden wären, und dann unter Begründung diejenigen Glieder bekannt gegeben worden wären, welche bei der Rechnung außer Betracht bleiben sollen. Wie das Endergebnis zeigt, ist man hier mit der Vernachlässigung zu weit gegangen.

Die Darstellung der Theorie der harmonischen Schwingung ist keine glückliche und entspricht um so weniger einem Bedürfnis, als wir gute Darstellungen dieser Theorie (z. B. Webster Dynamik) in ausreichendem Maße besitzen. So ist z. B. Abb. 26, S. 22, eine schlechte Kopie der Abb. 26 aus „Hort, Technische Schwingungslehre", S. 38. Der Schlußsatz des Abschnittes b) ist durch eine recht unglückliche Ergänzung des Satzes bei Hort (S. 38): „Sind die Frequenzen gleich, dann geraten Eigenschwingung und erzwungene Schwingung in Resonanz, d. h. wir haben den durch Gl. (11) charakterisierten Fall" entstanden. Der Satz des Verfassers: „Sind in Abb. 26 die Frequenzen gleich, etwa bei Punkt a, dann geraten Eigenschwingung und erzwungene Schwingung in Resonanz, d. h. man hat den durch Gl. (25) charakterisierten Fall" ist nur geeignet, Verwirrung anzurichten.

Das vierte Kapitel bringt, in Anlehnung an die Abhandlung Lawaczecks, eine Schilderung der beim Auswuchten benutzten Schreibapparate und Besprechung von Diagrammungenauigkeiten, sowie deren Ausgleich durch einen zweiten Indikator.

Im fünften Kapitel ist die Operation des Auswuchtens an Hand eines Beispiels beschrieben. Diese beiden letzteren Kapitel zeichnen sich durch gute Darstellung aus und sind von Wert, insbesondere durch die gegebenen Korrekturverfahren.

Das sechste Kapitel ist der Besprechung des Genauigkeitsgrades des Verfahrens gewidmet.

Der II. Teil bringt die Beschreibung interessanter Erscheinungen bei veränderlicher Umdrehungszahl. Eine Übereinstimmung mit der Theorie des dritten Kapitels hat sich, wie auch der Verfasser im Schlußwort (S. 77) zugibt, nicht ergeben. Wenn der Verfasser daselbst sagt, „daß der Ausschlag und die Phasenverschiebung infolge der Unstetigkeit der Drehzahlen ebenfalls unstetig verliefen", so verbindet er mit dem Wort „unstetig" jedenfalls einen anderen Begriff, als es bei mathematisch geschulten Lesern, selbst mit etwas freier physikalischer Auffassung, üblich ist. Die mit diesem Wort bezeichneten Änderungen müßten viel kürzere Zeit beanspruchen, als zu einer Umdrehung der Welle notwendig ist; dafür ist aber ein Beweis nicht erbracht. Es sind lediglich Erscheinungen, welche in den Rahmen der gegebenen gewaltsamen Theorie nicht hinein passen. Diese Erscheinungen, die der Verfasser in verdienstvoller Weise festgehalten hat, sind von hohem Interesse, auch für andere Zweige des Maschinenbaus. Daß sie durch die Theorie der harmonischen Schwingung nicht erklärt werden können, ergibt sich von vornherein aus der Konstitution des mechanischen Systems:

1. Die potentielle Energie V des Systems ist hier komplizierter als beim harmonischen System, wo $V = \alpha \frac{x^2}{2}$ (α = Konstante, x = Ausschlag). Dies zeigt auch die Abb. 53 mit einer deutlichen gesetzmäßigen Abweichung von der geraden Linie, so daß für diesen Verlauf in der Nähe der Gleichgewichtslage die Form $V = \frac{\alpha}{2} x^2 - \frac{\gamma}{4} - x^4$ zutreffender wäre. Auch die Ortsveränderung der Unbalanz gehört hierzu, so daß man setzen muß:

$$V = \frac{\alpha}{2} x^2 - \frac{\gamma}{4} x^4 + m\, g\, a \sin \vartheta + \text{Konst.},$$

worin m die Masse der Unbalanz, a den Radius derselben, ϑ den Erhebungswinkel über die horizontale Mittelebene bedeuten.

2. Die kinetische Energie, welche bei der harmonischen Schwingung die einfache Form $T = \frac{m}{2} \dot{x}^2$ hat, wo $\dot{x} = \frac{d x}{d t}$, ist in unserem Falle von der Form:

$$T = \frac{M}{2} \dot{x}^2 + \frac{J}{2} \dot{\vartheta}^2 + \dot{x}\, \dot{\vartheta}\, m\, a \sin \vartheta .$$

Stellt man mittels des kinetischen Potentials $L = T - V$ die Bewegungsgleichungen in der Lagrangeschen Form dar, so kann man sich ungefähr einen Begriff machen, daß die Bewegung im allgemeinsten Fall sehr verwickelt ausfallen muß. In dem speziellen Fall, daß die Winkelgeschwindigkeit konstant $\dot{\vartheta} = \omega$ ist, erhält man für die Koordinate x die Gleichung:

$$M \ddot{x} + \alpha x - \gamma x^3 = - m\, a\, \omega^2 \cos \omega t .$$

Wenn endlich $\gamma = 0$ gesetzt wird, kommt die harmonische Schwingung zum Vorschein. Im vorliegenden Fall, wie bei den meisten Fällen des Maschinenbaues, ist γ von Null verschieden, wenn auch sehr klein. In diesem Falle ist aber (im stationären Zustand) die Phasenverschiebung der ersten Harmonischen bei Resonanz und über Resonanz sehr nahe gleich 180°, unter Resonanz 0° oder 180°; beide Fälle sind möglich, wovon ich mich durch rechnerische und experimentelle Untersuchungen überzeugt habe. Es gehört schon eine sehr kräftige Dämpfung dazu, damit bei Resonanz der Phasenwinkel merklich kleiner als 180° wird; größer als 90° bleibt er auf alle Fälle bei positivem γ, wie groß auch die Dämpfung sein mag. Da nach Aussage des Verfassers (S. 52) die Dämpfung sehr gering ist, so ist die Suche nach dem Phasenwinkel von 90° vollkommen zwecklos. Er findet sich auch in den Versuchsergebnissen des angenähert stationären Zustandes (Tabelle 60) nicht vor.

Der zur Ermittlung der Phasenverschiebung benutzte Registrierapparat, welcher im siebenten Kapitel unter 3. beschrieben ist, ist neu gegenüber den Einrichtungen Lawaczecks.

Der Vergleich der Versuchsresultate mit der im achten Kapitel (Abs. b) durchgeführten Rechnung ist nach obigem vollständig bedeutungslos.

Das neunte und zehnte Kapitel ist den Auslaufversuchen gewidmet und bringt die interessante Beschreibung der Erscheinungen beim Durchgang durch die Resonanz, Erscheinungen, welche des eingehenderen Studiums eventuell mit verfeinerten Apparaten und an einfacheren Systemen wohl wert wären. Es ist ein Verdienst des Verfassers, daß er mit dem Studium dieser Erscheinungen begonnen hat. Wenn auch ihre rechnerische Verfolgung bei dem vorliegenden Apparat mittels der Theorie der harmonischen Schwingung nicht gelingt, so tut dieser Umstand den Vorzügen der „Auswuchtmaschine" keinen Abbruch. Als Modell für Vorführungen von Schwingungserscheinungen, allgemein gesprochen, eignet sie sich nicht.

Georg Duffing.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Wann verjähren die Ansprüche aus Maschinen-Mietverträgen?

In der Praxis kommen die Maschinen-Mietverträge selten rein vor, in der Regel haben wir es mit gemischten Verträgen zu tun, teils mit einer Mischung von Miet- und Kaufverträgen, teils aber, wenn von der Maschinenfirma zugleich eine Leistung mittels der Maschine übernommen wird, mit einer Mischung von Miets- und Arbeits- oder Werkvertrag.

Mietsforderungen verjähren nach § 196, Ziffer 6, BGB. in zwei Jahren, die Ersatzansprüche des Vermieters wegen Veränderung oder Verschlechterung der Sachen nach 6 Monaten seit dem Zeitpunkt der Zurückgabe der gemieteten Sache.

Es kommt nun aber häufig vor, daß mit einem Maschinen-Mietvertrage sich eine Reihe von anderen Leistungen in der Art verbinden, daß es rechtlich zweifelhaft ist, ob man es mit einem Mietvertrage oder vielmehr mit einem anderen Vertrage, zu dem die Stellung einer Maschine als Nebenverpflichtung nötig ist, zu tun hat.

Man stelle sich etwa vor, daß ein Dreschmaschinenbesitzer die Ausdreschung von Korn übernimmt und sowohl Maschinen als Arbeitskräfte zur Verfügung stellt. Ähnlich verhält es sich bei Reinigungs-(Vakuum)-apparaten im Gastwirts-, Kanalisationsgewerbe usw.

Für Werk- oder Dienstverträge findet die zweijährige Verjährungsfrist des § 196 keine Anwendung, wenn nicht durch besondere Umstände der Unternehmer als Kaufmann, Fabrikant oder Handwerker anzusehen ist und darum seine Forderung nach § 196, Ziffer 1 einer zweijährigen Verjährungsfrist unterliegt, die aber in dem Fall auf 4 Jahre verlängert wird, daß die Leistung für den Gewerbebetrieb des Schuldners erfolgt. Möglicherweise kommt auch § 196, Ziffer 7, wonach die gewerbsmäßige Leistung von Diensten wegen Vergütungen und Auslagen einer zweijährigen Verjährung unterliegen, zur Anwendung.

Für die Ersatzansprüche aus mangelhafter Arbeitsleistung oder aus anderen Gründen bestimmt der § 638 BGB., daß der Anspruch des Bestellers auf Beseitigung eines Mangels des Werkes sowie die wegen des Mangels dem Besteller zustehenden Ansprüche auf Wandlung, Minderung oder Schadensersatz in 5 Monaten verjähren, während die Bestimmungen über den Dienstvertrag überhaupt keine Verjährungsvorschriften enthalten, so daß etwaige Schadensersatz- und andere Ansprüche, die nicht unter § 196 BGB. fallen, sogar noch nach 30 Jahren geltend gemacht werden können.

Der Dienstvertrag unterscheidet sich vom Werkvertrag dadurch, daß der Vertragsunternehmer die Herstellung eines Werkes, der Dienstverpflichtete dagegen die Leistung von Diensten übernimmt. Wie die Bezeichnung dieser beiden Vertragsarten schon ergibt, kommt es bei dem Werkvertrag darauf an, daß bei dem Werk dem Unternehmer die Leistung als solche bestimmt ist, während der Dienstverpflichtete keine bestimmten Arbeiten übernimmt, sondern auszuführen hat, was der Dienstherr ihm aufträgt, wobei natürlich die Art der Dienste eng begrenzt ist, z. B. auf Dreschmaschinen beschränkt sein kann. Bei dem Werkvertrag ist also der Werkunternehmer derjenige, der Anordnungen über die Ausführung der Arbeit zu treffen hat, während beim Dienstvertrag der Dienstberechtigte Herr des Vertrages ist.

Ein Dienstvertrag würde dann vorliegen, wenn die Leistung von Diensten im Vordergrunde steht und eine zur Verfügung zu stellende Maschine nur Nebenleistung ist.

Solche Verträge kommen vor, wenn jemand von einem Unternehmer eine Reihe von Arbeitskräften mietet, welche etwa eine Dreschmaschine, eine Mähmaschine usw. mitzubringen haben.

Ein Werkvertrag dagegen liegt vor, wenn eine bestimmte Ausführung vereinbart ist, etwa die Reinigung einer Reihe von Bierdruckapparaten, die Ausdreschung einer bestimmten Menge von Korn usw., wobei der Besteller über die Arbeit selbst nichts anzuordnen, den Arbeitskräften nur den Ort der Arbeit, die Menge usw. anzugeben hat.

So hat das Reichsgericht („Das Recht", Bd. 9, Nr. 693) einen Vertrag nach den Grundsätzen des Werkvertrages beurteilt, in dem zum Ausdrusch einer Quantität Korn eine Dreschmaschine „gemietet" war, wobei von dem Maschinenbesitzer zugleich eine Anzahl von Arbeitskräften zu stellen war.

Von dem Mietsvertrage unterscheidet sich der Dienst- und Werkvertrag dadurch, daß nicht eine Leistung übernommen, sondern nur das Recht der Benutzung an einer Sache erworben wird.

Wer eine Maschine zur Leistung einer Arbeit verlangt, wer aber die Arbeit selbst ausführen will, geht einen Mietvertrag ein, auch dann, wenn zur Bedienung der Maschine, weniger dagegen zur Leistung der eigentlichen Arbeit, Personal mitbestellt werden muß, und wenn die Leistung der Maschine als solche gegenüber den persönlichen Leistungen des Bedienungspersonals im Vordergrunde steht.

Ein Mietvertrag verliert seinen Charakter als Mietvertrag nicht dadurch, daß der Vermieter der Maschine es zugleich übernimmt, eine Reihe von Arbeitskräften zur Verfügung zu stellen, wenn nur der Mieter der Maschine der eigentliche Dienstherr bleibt.

In diesem Falle liegt ein gemischter Vertrag vor, der zum Teil Mietvertrag, zum Teil Dienstvertrag ist, und bei einem derartigen Vertrage kommen im wesentlichen die Vorschriften aus dem Mietvertrage zur Anwendung.

Einen derartigen Fall hatte kürzlich das Reichsgericht zu entscheiden (Seufferts Archiv für Entscheidungen, Bd. 58, S. 315):

Ein Dreschmaschinenbesitzer hatte eine Dreschmaschine nebst einer Reihe von Arbeitskräften zur Verfügung gestellt, wobei der Besteller sich die Anordnungen über die Arbeiten selbst vorbehielt und diese auch leitete.

Zugunsten des Dreschmaschinenbesitzers hat das Reichsgericht das Rechtsverhältnis als Miete behandelt und auf Grund des Mietrechts eine 6-monatliche Verjährung für den Schadensersatzanspruch wegen angeblich mangelhafter Vertragserfüllung angenommen.

Eckstein.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Spitzfaden, Oberingenieur des städtischen Betriebsamt sBielefeld, wurde zum Direktor der technischen Werke in Fürth i. B. und zum technischen Magistratsrat gewählt und trat diese Stellung am 15. I. 1918 an.

Digitized by Google

Auszeichnungen. Die medizinische Fakultät der Universität Würzburg verlieh Prof. Dr. Albers-Schönberg, Hamburg, für seine Arbeiten auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen die silberne „Reinecker-Medaille" und den damit verbundenen Geldpreis von 1000 M.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9320.

Betr. Normenausschuß der Deutschen Industrie.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat beschlossen, sich an den Arbeiten des „Normenausschusses der Deutschen Industrie"[1]) zu beteiligen.

Die bisher aufgestellten Normenentwürfe sind veröffentlicht in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 15. XII. 1917, S. 985, und betreffen:

D I Norm 1 Kegelstifte,
D I Norm 2 Gewichte der Kegelstifte,
D I Norm 3 Normaldurchmesser,
D I Norm 4 Zeichnungen: Normblatt,
D I Norm 5 Zeichnungen: Blattgrößen, Maßstäbe, Farbe der Darstellung.

Sonderabdrücke dieser Veröffentlichung sowie auch der einzelnen Normblätter können von unserer Geschäftsstelle bezogen werden.

Die Normblätter werden auf weißem Papier in Quart und Reichsformat zum Preise von 25 Pf f. d. Stück (100 Stück 10 M) geliefert. Normenblätter auf pausfähigem Papier kosten 50 Pf d. Stück.

Indem wir unseren Mitgliedern hiervon Kenntnis geben, bitten wir, uns etwaige Einwendungen gegen obige Normenentwürfe bis zum 15. II. 1918 zugehen zu lassen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Drehender Lampenschirm als Reklame.

Zu der obigen Notiz auf S. 8 der „ETZ" 1918 möchte ich bemerken, daß ich derartige, sich drehende Lampenschirmchen schon im Jahre 1902 angefertigt und vertrieben habe. Auch für Bogenlampen habe ich eine derartige Reklame ausgebaut und an verschiedenen Stellen jahrelang im Betrieb gehabt.

Berlin SO. 33, den 4. I. 1918.
Muskauer Str. 24. K. Weinert.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Reichs-Elektrizitätsmonopol. Ein Beitrag zur Frage der staatlichen Elektrizitäts-Großwirtschaft, unter Benutzung amtlichen Materials. Von Dr. phil. Richard Hartmann. 112 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 3,60 M.

Wenn hier auch eine vielerörterte Streitfrage besprochen wird, so handelt es sich doch nicht um eine Streitschrift der Art, wie sie mehrfach unter der Flagge der Monopolfrage für oder wider die elektrische Großindustrie aufgetaucht sind. In angenehmem Gegensatz zu diesen Streitschriften wird hier vielmehr die Regelung der gesamten deutschen Starkstromerzeugung und ihre einheitliche Zusammenfassung in Form eines Reichs-Elektrizitätsmonopols von rein objektiven und wissenschaftlichen Gesichtspunkten geprüft, ausgehend allein von der unbestreitbaren Tatsache, das Reich braucht Geld. Unter der Voraussetzung, daß die sechste Kriegsanleihe die letzte gewesen wäre, braucht es jährlich 6 Milliarden M an neu aufzubringenden Deckungsmitteln, wie der Verfasser nachweist.

Zunächst wird die Literatur über das Elektrizitätsmonopol in sehr klarer und sachlicher Weise behandelt, und diese Literatur wird auch überall da berücksichtigt, wo der Verfasser in seinen Ausführungen von ihr abweichen zu müssen glaubt.

[1]) Geschäftsstelle: Berlin NW. 7, Sommerstr. 4a.

Nunmehr geht der Verfasser zur Entwicklung der Elektrizitätserzeugung und -versorgung in Deutschland bis zum gegenwärtigen Stande über, wobei als Gegenwart je nach dem statistischen Material, das über die einzelnen Zweige der Elektrizitätsverwendung vorliegt, die Jahre 1912 bis 1914 anzusehen sind. An einen kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung jedes einzelnen Zweiges der Starkstromtechnik schließt sich, in Ziffern ausgedrückt, die heutige wirtschaftliche Bedeutung dieses Zweiges.

Der Verfasser erläutert nun, wie einem solchen wirtschaftlichen Faktor gegenüber der Staat nicht interesselos bleiben konnte, und bespricht die im Jahre 1908 geplante Besteuerung der Elektrizität und das von diesem Plan allein übrig gebliebene deutsche Leuchtmittel-Steuergesetz, wobei die Gegenüberstellung zwischen den erwarteten und den tatsächlichen Erträgen besonders beachtenswert ist.

Da es sich um ein Reichsmonopol handelt, so hängt alles von den deutschen Bundesstaaten ab, und der Verfasser verabsäumt daher nicht, deren Stellungnahme zur Frage der Elektrizitätserzeugung und -versorgung ausführlich zu erörtern. Wie im Vorwort erwähnt ist, stützt sich der Verfasser hierbei z. T. auf ihm direkt zugegangenes amtliches Material. Auch ist nicht verabsäumt, die analogen Verhältnisse in der Schweiz zu berühren, wo die staatlichen Elektrizitätsunternehmungen der Kantone das volle Vertrauen der Bevölkerung genießen und in ihren Geschäftsberichten einen vollen wirtschaftlichen Erfolg erkennen lassen.

Nach diesen vorbereitenden Unterlagen geht der Verfasser zur Frage des Reichs-Elektrizitätsmonopols selbst über. Die Frage wird zunächst vom volkswirtschaftlichen Standpunkt beleuchtet mit dem Ergebnis, daß die Durchführung des Monopols nur vom Staate verwirklicht werden kann, daß ihr zwar große, aber nicht unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstehen, daß diese Schwierigkeiten bei längerem Zögern wachsen, und daß das Hauptgewicht auf die sorgfältige Auswahl der Persönlichkeiten zu legen sei.

Die darauf folgende Behandlung der Frage vom sozialpolitischen Standpunkt gibt in ihrem Endergebnis der staatlichen Großwirtschaft ebenfalls den Vorzug vor der privatwirtschaftlichen Regelung. Vom politischen Standpunkt aus erwartet der Verfasser vom Reichsmonopol eine Förderung der deutschen Einheit „unter voller Wahrung eines berechtigten Partikularismus".

Die Erörterung der Frage vom finanziellen Standpunkt aus führt zu der Erkenntnis, daß es nicht sowohl auf das „Ob?", als vielmehr auf das „Wie?" ankommt.

In dieser Hinsicht will der Verfasser keineswegs das staatliche Elektrizitätsmonopol sofort in seiner ganzen Ausdehnung zur Durchführung bringen. Die staatliche Anlage soll von den gesamten 14,9 Mill. kW Maschinenleistung zunächst nur 1 Mill. umfassen, aus deren Betrieb ein Jahresgewinn von 30 Mill. M erwartet wird. Der Rest soll einer Besteuerung nach Maschinenleistung mit 20 M für das kW, nach Anschlußwert ausschließlich Glühlampen mit 10 M für das kW und von 1 M jährlich für jede angeschlossene Glühlampe unterworfen werden. Aus dieser Besteuerung wird noch ein Jahresbetrag von 527¾ Mill., insgesamt also ein Jahresertrag von 557¾ Mill. M berechnet. Im Laufe der Jahre soll dann das staatliche Monopol wachsen und bis zur vollen Durchführung ausgebaut werden.

Es muß hier darauf hingewiesen werden, daß der Reinertrag des Monopols stark beeinflußt werden wird von dem Umfang, in welchem dem konservativen Antrag im preußischen Abgeordnetenhause, die elektrische Energie gleichmäßig über das ganze Land und auch in die wirtschaftlich schwächeren Gegenden zu leiten, Rechnung getragen werden soll.

Die Durchführungsform ist so gedacht, daß die Einzelstaaten „Landes-Elektrizitätsämter" einsetzen, deren höchste Beamten das „Reichs-Elektrizitätsamt" als oberste Reichsbehörde bilden. Die zunächst geschaffenen Staatswerke sollen durch eine 100 000 V-Ringleitung miteinander verbunden werden.

Den Schluß des Buches bilden Tarifentwürfe, die auf einem Durchschnittspreise von 5 bis 6 M für die Tonne Kohlen bei einem Heizwert von 6000 WE beruhen.

Es handelt sich bei diesem Buche um eine sehr sorgfältig und gründlich durchgeführte wissenschaftliche Studie, an der auch diejenigen nicht werden achtlos vorbeigehen dürfen, die von anderem Standpunkt aus die Frage in anderer Beleuchtung sehen.

E. Müllendorff.

HANDELSTEIL.

In Kriegszeiten.

Aus- und Durchfuhrverbote[1]). Durch die Bekanntmachung vom 14. I. 1918 („Reichsanz." Nr. 15) ist die Freiliste (Ziffer III) der Bekanntmachung vom 18. IV. 1917 („Reichsanz." Nr. 95), betreffend Aus- und Durchfuhrverbote für Waren des Abschnitts 18 B des Zolltarifs, geändert und die im Anschluß an letztere ergangene Bekanntmachung vom 12. VII. 1917 („Reichsanz." Nr. 167) aufgehoben worden:

Neu unterstellt sind dem Aus- und Durchfuhrverbote:

	Tarif-Nr.
Teile von Bogenlampen besonderer Bauart für Kinematographie	910b
Bestandteile von elektr. Vorrichtungen der Nr. 912e[2]) aus Porzellan, Steingut, Steatit oder aus anderem u. Verwdg. von Kaolin, Speckstein, Textilfaser, Papier, Asphalt, Harz, Pech oder Teer hergestellten Isolationsmaterial	912e
alle Isolationsglocken	912e
elektrische Gruben- u. ähnl. Lampen m. eigener Stromquelle u. Bestandteile	912e

Neu auf die Freiliste gesetzt sind:

Ersatz- und Reserveteile für elektr. Maschinen (außer Ankern und Kollektoren)	907e
elektr. Vorrichtungen f. Heiz- u. Kochzwecke, Heizlampen (soweit sie ohne Verwendung von Platin oder Gold hergestellt sind); Bestandteile v. solchen Gegenständen	912i

Ferner sind nicht mehr dem Aus- und Durchfuhrverbot unterstellt:

Niederspannungs-Handlampen	912e.

Es wird darauf hingewiesen, daß die in der Freiliste genannten Waren gegebenenfalls dem allgemeinen Aus- und Durchfuhrverbote vom 26. XI. 1917 („Reichsanz." Nr. 281) unterliegen. Bemerkt wird ferner, daß für die Aus- und Durchfuhr von Draht, überzogen, umwickelt, umsponnen oder umflochten, für die Elektrotechnik der Nr. 890a, ferner für Elektrisiermaschinen der Nr. 891a die Bekanntmachung vom 30. VI. 1917 („Reichsanz." Nr. 155), für Isolatoren und Isolationsglocken der Nr. 733a die Bekanntmachung vom 4. IV. 1917 („Reichsanz." Nr. 82), für Kohlenstifte, Elektrodenkohlen, Kohlenfäden für elektrische Beleuchtungskörper der Nr. 648a und b die Bekanntmachung vom 26. III. 1917 („Reichsanz." Nr. 75) gilt.

Verschiedene Nachrichten.

Gesellschaft für Warenkunde. Die im Oktober v. J. in Hamburg gegründete „Gesellschaft für Warenkunde" soll ein Bindeglied zwischen wissenschaftlicher Forschung und praktischer Betätigung darstellen; ihr Arbeitsprogramm steht in erster Linie auf technischem Boden. Die Gemeinnützigkeit des Unternehmens besteht darin, daß sie ihren Mitgliedern, Behörden und wissenschaftlichen Anstalten kostenlos Einsicht in ihre Sammlungen gewährt und gewünschte Auskünfte schriftlich erteilt. Sie tritt für die Bedürfnisse der Industrie und des Handels ein und unterstützt sie durch geeignete Fingerzeige und aktuelle Materialien. Um ihrer Aufgabe gerecht zu werden, bedient sich die Gesellschaft eines Instituts, das eine Fachbibliothek, ein Archiv für Warenkunde, ein Archiv für Wirtschaftsgeographie, eine besondere Sondergruppe von Archiven über Technologie, angewandte Maschinentechnik, Warenfälschungen, Patentschriften, Konservierungsverfahren, für Verkehrsfragen, eine warenkundliche Sammlung und eine Zentralkarthotek enthält. — Der Sitz der „Gesellschaft für Warenkunde" befindet sich in Hamburg I, Levantehaus, von wo eine Werbeschrift versandt wird, welche Näheres über Zweck und Ziele enthält.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 252.

[2]) Zu den „anderweit nicht genannten elektr. Vorrichtungen" der Nr. 912e, die dem Aus- und Durchfuhrverbote nicht unterliegen, gehören alle nicht unter anderen Ausfuhrnummern des Abschnitts 18B des Statistischen Warenverzeichnisses genannten Erzeugnisse, wie z. B elektrotechnische Lehrapparate und Spielwaren, Anlasser, Schalter, Fassungen mit oder ohne Hahn, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Pendel-, Steck-, Verbindungs- und Abzweigdosen, Isolierbolzen und Isolatorhalter für elektrische Bahnen, Einführungen und Durchführungen sowie andere selbständige Isolationsteile in Verbindung mit Metallen. Zu beachten ist jedoch, daß Ausfuhrverbot besteht für Isolationsteile, die lediglich als Bestandteile zur Herstellung von elektrotechnischen Erzeugnissen verwendet werden.

Abschluß des Heftes: 26. Januar 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 7. Februar 1918.** **Heft 6.**

Die Ausmessung der elektrostatischen Felder von Isolatoren nach dem Elektrolytverfahren.[1])

Von Dr.-Ing. W. Estorff.

Übersicht. **Es werden die Grundzüge des Elektrolyt-Meßverfahrens wiedergegeben, das auf der Ähnlichkeit des elektrischen Feldbildes mit dem Bilde der Stromfäden im Elektrolyten beruht. Es werden die Niveaulinien zwischen den in einer Flüssigkeit befindlichen Elektroden mit einer Sonde in Schaltung der üblichen Telephonmeßbrücke bei Verwendung von Wechselstrom abgetastet und unmittelbar durch einen Pantographen aufgezeichnet. Die folgenden Untersuchungen beziehen sich in erster Linie auf den Hängeisolator. An einer idealisierten Kette von vier Gliedern einfachster Form, mit scheibenförmigen Armaturen und einem Dielektrikum von der Dichte $\varepsilon = 1$ werden verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung des Feldbildes erläutert. Ein weiteres Beispiel gibt das unsymmetrische Feld der am Mast hängenden Kette wieder. Es wird gezeigt, daß das Feldbild im wesentlichen von der Gestalt der Endgliederarmaturen der Kette abhängt. Der zweite Teil der Arbeit behandelt den Hängeisolator unter Berücksichtigung der verschiedenen Dielektrizitätskonstanten der Isoliermittel, die im Elektrolytverfahren durch die ebenso verschiedene Leitfähigkeit der einzelnen Stoffe wiedergegeben wird. Es werden die Felder einer Isolatorenkette von einem bis zu sieben Gliedern wiedergegeben und aus diesen Bildern die auf die einzelnen Glieder entfallenden Teilspannungen, die Beanspruchungen an den Endgliedern und Kapazitäten der Kette ermittelt. Eine entsprechende Anordnung des Hängeisolators bis zu neun Gliedern wird einer Hochspannungsuntersuchung unterworfen und festgestellt, daß beim Auftreten des ersten Glimmens an der Kette die auf die Endglieder entfallenden Teilspannungen und Beanspruchungen von der Zahl der Kettenglieder unabhängig sind und sich nach der Gestalt der Endarmaturen richten. Eine weitere Anwendung des Elektrolytverfahrens stellt die Aufnahme zweier Feldbilder eines Delta-Stützisolators dar, bei denen die außerordentlichen Felddichten an der Bundrille und die eigenartigen Potentialverteilungen auf der Oberfläche auffallen. Die vorliegenden Untersuchungen behandeln das ausgedehnte Gebiet der Hochspannungsisolatoren nur in groben Umrissen und sollen vielmehr ein Sonderbeispiel für die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten des Elektrolytmeßverfahrens darstellen.**

Die fortschreitende Entwicklung der Verteilung elektrischer Energie führt in der Hochspannungstechnik zur Wahl immer höherer Übertragungsspannungen. Die steigenden Ansprüche, die an die Isoliermaterialien gestellt werden müssen, zwingen dazu, die in der Mechanik und der Festigkeitslehre des Maschinenbaues längst geläufigen Vorstellungen sinngemäß auf die elektrische Festigkeitslehre zu übertragen. Vornehmlich den elektrostatischen Erscheinungen muß der Hochspannungstechniker sein besonderes Augenmerk zuwenden. Ganz so klar wie bei der mechanischen Festigkeitslehre liegen die Verhältnisse hier nicht. Die Festigkeit des wichtigsten Isoliermittels, der atmosphärischen Luft, wahrscheinlich aber auch aller übrigen Dielektrika, stellt keine bestimmte Größe dar, sondern ist von verschiedenen Umständen abhängig. Es soll hierbei von den verschiedenen Zuständen der Luft abgesehen werden, von denen man den jeweilig ungünstigsten zu berücksichtigen hat. Eine Vorausbestimmung der auftretenden Beanspruchungen der Isoliermittel liegt dagegen durchaus in unserer Hand. Sie erfordert eine genaue Kenntnis der auftretenden elektrostatischen Felder, deren rechnerische Behandlung und zeichnerische Wiedergabe allerdings meist auf Schwierigkeiten stößt, sofern man nicht vereinfachende Annahmen zuläßt. Die mathematisch strenge Ableitung der Felder zwischen zwei Punktladungen, Kugeln, Zylindern und Körpern von geometrisch einfachen Formen im Mittel von gleicher Dichte ist z. T. umständlich, jedoch ausführbar. Unregelmäßige Körper, wie sie in der Technik nahezu die Regel bilden, und Störungen durch fremde Leiter in der Nachbarschaft lassen sich meist nur mit roher Annäherung rechnerisch behandeln. Betrachtet man außerdem das Feld bei Anwesenheit mehrerer Mittel von verschiedenen Dielektrizitätskonstanten, so werden die Rechnungen noch umständlicher. In vielen Fällen mußten das durch Erfahrungen geschulte Gefühl und Tastversuche die Berechnung ersetzen.

Die Entwicklung unserer Hochspannungsisolatoren bietet hierfür das beste Beispiel. Erst in neuester Zeit wurde die rechnerische Untersuchung von Isolatoren auf verschiedenen Wegen in Angriff genommen und die Potentialverteilung auf die einzelnen Glieder einer Hängeisolatorenkette rechnerisch untersucht. Petersen stützte seine Rechnungen durch experimentelle Aufnahme der zwischen den einzelnen Gliedern fließenden Kapazitätsströme und schuf so ein Bild der auf die einzelnen Glieder entfallenden Teilspannungen. Von Bolliger und Kuhlmann wurde die Berechnung einer Hochspannungs-Durchführungsklemme ausgeführt und dabei ein vollständiges Bild der Äquipotentialflächen und Kraftlinien zwischen den voneinander zu isolierenden Elektroden wiedergegeben. Aus der Lage der Äquipotentialflächen läßt sich die Beanspruchung des Dielektrikums an jedem Punkte des Feldes entnehmen.

Eine unmittelbare experimentelle Aufnahme des elektrostatischen Feldes zwischen zwei Elektroden bei Hochspannung stößt auf Schwierigkeiten und läßt sich z. B. mit einer eingeführten Sonde und einem Elektrometer nur bedingungsweise erreichen. Abgesehen von der nicht abblendbaren Zuleitung, stellt der Sondenkörper mit je einer Elektrode eine nur außerordentlich kleine Kapazität dar, die der verhältnismäßig großen Elektrometerkapazität vorgeschaltet ist. Daß unter diesen Umständen eine getreue Messung des Sondenpotentials unmöglich ist, steht außer Zweifel.

Durch einen Analogieschluß bietet sich jedoch die Möglichkeit, jene Felder unter gewissen Einschränkungen aufzunehmen. Die Verteilung der Stromfäden in einem Elektrolyten muß dasselbe Aussehen wie das Kraftlinienbild im Dielektrikum aufweisen, wenn die Polarisationserscheinungen durch Verwendung von Wechselstrom vermieden werden. Tatsächlich haben Fortescue und Farnsworth[1]) ein derartiges Verfahren angewandt und unabhängig von ihnen auch der Verfasser. Die beiden amerikanischen Forscher benutzten hierbei jedoch Gleichstrom.

Über das Verfahren, die Potentialverteilung zwischen zwei Elektroden beliebiger Gestalt experimentell aufzunehmen, ist bereits an anderer Stelle[1]) vom Verfasser berichtet worden. Das Verfahren sei in seinen Grundzügen hier nochmals wiedergegeben. Die gewöhnliche Wheatstonesche Brückenschaltung erlaubt, bei Verwendung von Wechselstrom und einem Telephon, das Verhältnis der zwischen der eingeführten Sonde und den in Betracht kommenden Elektroden liegenden Widerstände zu bestimmen. Sowohl die Zuleitungen zur Sonde wie zu den Elektroden lassen sich „abblenden", d. h. gegen den Elektrolyten isolieren. Die durch die Isolation der Zuleitungen fließenden Kapazitätsströme sind äußerst geringfügig und stören die Meßergebnisse nicht. Die endliche Größe des den Elektrolyten enthaltenden Gefäßes verursacht bei der praktischen Ausführung der Messungen allerdings Fehler, die um so bedeutender werden, je weiter die beiden Elektroden voneinander entfernt sind. Eine Bestimmung der Größe dieser Fehler wurde an der genannten Stelle für zwei Kugelelektroden durchgeführt. Ebenso wurde dort gezeigt, daß sich in einfacher Weise aus einer Messung des Widerstandes zwischen beiden Elektroden die Kapazität derselben in einem Dielektrikum von beliebiger Dichte berechnen läßt. Die Kapazität — es sei diese nicht ganz strenge Ausdrucksweise gestattet — eines aus zwei gegenüberstehenden Kreisplatten bestehenden Kondensators in Luft läßt sich in einfacher Weise unter Vernachlässigung der in den Außenraum streuenden Kraftlinien berechnen. Füllt man den Raum zwischen den Kreisplatten mit dem bei den Versuchen verwendeten Elektrolyten und sorgt dafür, daß die Stromfäden parallel laufen, indem man die Platten in ein Glasrohr einschließt, so kann man den Umrechnungsfaktor zwischen Elektrolytwiderstand und Luftkapazität bestimmen.

Die Versuche, von denen im folgenden berichtet werden soll, behandeln das Gebiet der Freileitungsisolatoren. Aus der Lage der Niveauflächen läßt sich ohne weiteres beurteilen, welche Punkte des Isolators kritische Felddichten aufweisen. Um die Äquipotentialflächen aufnehmen zu können, wurde die Sonde nicht mehr wie bei den früheren Versuchen auf der Mittellinie der beiden Elektroden verschiebbar angeordnet, sondern an dem Außenpunkte eines Pantographen (Abb. 1) angebracht, wie ihn auch Fortescue und Farnsworth bei ihrer Arbeit anwendeten. Während aber diese beiden Forscher einen Zeichenstift die Äquipotentialflächen wiedergeben ließen, brachte der Verfasser an diesem Punkte einen kleinen Solenoidmagnet an, der durch eine außerhalb des Pantographen befindliche Taste betätigt werden konnte. Eine am Magnetkern befestigte, spitze Stahlnadel durchschlug dann das untergelegte Aufnahmepapier, sobald der gewünschte Punkt des Feldes durch Abhören des Tonminimums im Telephon festgestellt war und die Taste gedrückt wurde. Es wurde hierdurch erreicht, daß nur die gewünschten Stellungen der Sonde, nicht aber alle Zwischenbewegungen wie bei Anwendung eines Zeichenstiftes wiedergegeben wurden.

Für die Versuche wurde das Schaltbild nach Abb. 2 gewählt. Ein kleines Induktorium lieferte den Wechselstrom. Nach Parallel-

[1]) Die vorliegende Arbeit wurde im Januar 1914 begonnen und im September 1916 zum Abschluß gebracht. Der Verfasser spricht den Herren Geh.-Rat Prof. Dr. W. Wedding und Prof. Dr.-Ing. M. Kloss an der Königl. Technischen Hochschule Berlin, die ihm die Hilfsmittel des elektrotechnischen Laboratoriums und Versuchsfeldes entgegenkommend zur Verfügung stellten, seinen Dank aus.

[1]) „Proc. Am. Inst. El. Eng.", Bd. 32. 1913, Nr. 3.

[1]) „Die Kugelfunkenstrecke", „ETZ", 1916, S. 60 u. 76.

Digitized by Google

schaltung von 10 μF zum Quecksilberunterbrecher konnten dem Induktorium Ströme bis zu rd 0,5 A entnommen werden. Da die Amplituden derartiger Apparate auf der positiven und der negativen Seite der Spannungskurve nicht gleich zu sein pflegen, wurde mit einem Stromwender, der in den Kreis eingebaut war, die Stromrichtung nach jeder Messung geändert, um Oxydationswirkungen an den Elektroden bei längerem Betriebe zu vermeiden. Um den Elektrolyten bezüglich Temperatur und Zusammensetzung gleichmäßig zu erhalten, wurde das Bad während der Messung von Zeit zu Zeit mittels eingeleiteter Preßluft ausgiebig durchrührt. Als Brückendraht dienten zwei Kurbelwiderstände R_1 und R_2, die in ihrem unteren Bereiche als nahezu kapazitätsfrei angesprochen werden konnten. Der Umschalter *I* erlaubte, bei „φ" auf Potentialmessung, bei „R_3" auf Widerstandsmessung zwischen den Elektroden zu schalten. Umschalter *II* ließ sich zum Zwecke der Widerstandsmessung entweder an die große, den Elektrolyten enthaltende Wanne oder den Kreisplattenwiderstand oder Vergleichskondensator *NC* legen, um den Umrechnungsfaktor *c* zu bestimmen. R_4 stellt den Vergleichsbrückenzweig für die Widerstandsmessung dar. Für die Aufnahme der Äquipotentialflächen wurde ein für alle Male festgesetzt, daß das Potential der positiven Elektrode + 50, das der negativen

Zahlentafel 1. Aufnahme der Äquipotentialflächen.

φ	R_1	R_2	
+ 45	50	950	− 45
+ 40	100	900	− 40
+ 35	150	850	− 35
+ 30	200	800	− 30
+ 27,5	225	775	− 27,5
+ 25	250	750	− 25
+ 22,5	275	725	− 22,5
+ 20	300	700	− 20
+ 17,5	325	675	− 17,5
+ 15	350	650	− 15
+ 12,5	375	625	− 12,5
+ 10	400	600	− 10
+ 7,5	425	575	− 7,5
+ 5	450	550	− 5
+ 2,5	475	525	− 2,5
0	500	500	0
	R_2	R_1	φ

Die Bestimmung dieser Konstante wurde für jede Meßreihe und Anordnung besonders durchgeführt.

Beispiel:

Bestimmung des Elektrolytwiderstandes von 1 cm³ und des Umrechnungsfaktors *c* mit dem Vergleichskondensator.

Der Widerstand der Flüssigkeitssäule von $q = 11{,}62$ cm² Querschnitt und $l = 10$ cm Länge wurde $R_3 = 60{,}84\ \Omega$ gemessen. Der spezifische Widerstand wurde $R = 70{,}7\ \Omega/\text{cm}^3$, entsprechend einem Gehalt von 0,825% *Na Cl* bei 18° C, gemessen.

Die Kapazität eines derartigen Kondensators in Luft ist:

$$C = \frac{q}{4\pi l} = \frac{11{,}62}{40\pi} = 0{,}0925\ \text{(cm)}.$$

Der Umrechnungsfaktor wird $c = R_3 C = 60{,}84 \cdot 0{,}0925 = 5{,}63$,

$$c = 5{,}63.$$

goldet, um durch Oxydationswirkungen bedingte Übergangswiderstände von vornherein auszuschließen. Dieses Rohr wurde mit dem Elektrolyten des Bades gefüllt, wobei besonders darauf geachtet wurde, daß er genau dessen Temperatur während der fol-

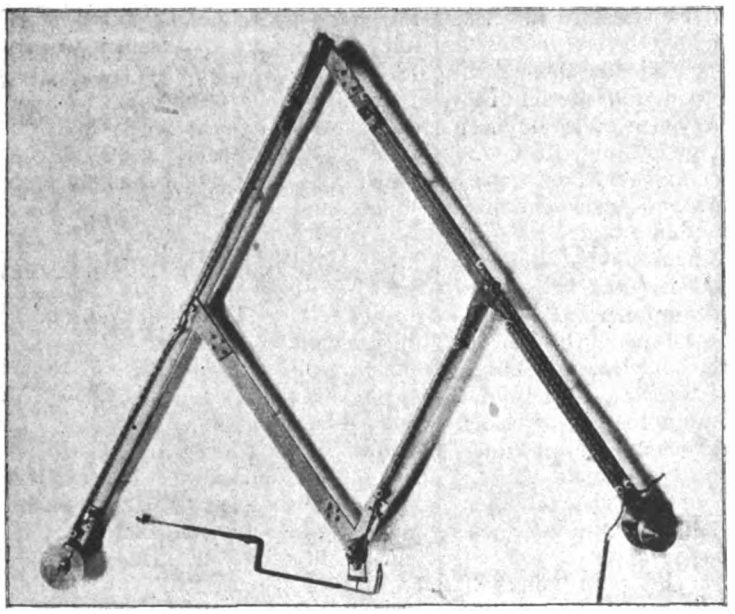


Abb. 1. Pantograph mit daneben liegender, herausgenommener Sonde. Länge der Außenschenkel 1290 mm, Übersetzungsverhältnis 2:1.

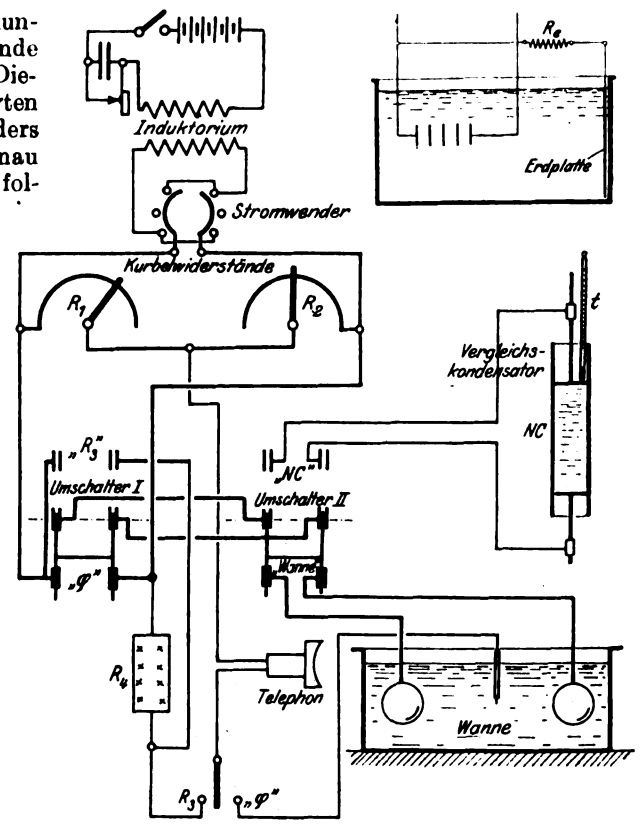


Abb. 2. Schaltbild für die Aufnahme der Äquipotentialflächen und die Kapazitätsmessung. Rechts oben: Versuchsanordnung für die Aufnahme der Abb. 9.

— 50, die Potentialdifferenz zwischen beiden also 100 betrug, um sie leicht in Prozenten ausdrücken zu können. Das Potential eines beliebigen Punktes, in dem das Telephon durch Regeln der Widerstände R_1 und R_2 zum Schweigen gebracht war, ist dann durch die Gleichung

$$\varphi = 50 - \frac{100\ R_1}{R_1 + R_2}$$

bestimmt. Hiernach wurde eine Zahlentafel 1 der Widerstände für die aufzunehmenden Äquipotentialflächen zusammengestellt.

Wie aus der Zahlentafel zu ersehen ist, wurden die Flächen mit dem Potential 47,5, 42,5, 37,5 und 32,5 nicht aufgenommen. Es stellte sich nämlich bei den Versuchen heraus, daß die Äquipotentialflächen dicht an der Oberfläche der Elektroden so eng aneinander gedrängt liegen, daß aus rein zeichnerischen Gründen auf ihre Wiedergabe verzichtet werden mußte.

Auch die Umrechnung der Kapazität aus dem Widerstand im Elektrolyten sei hier kurz wiedergegeben. Hierzu diente der obengenannte Vergleichskondensator, ein Glasrohr von 3,85 cm Innendurchmesser, in dem sich zwei Metallplatten in verstellbarem Abstande gegenüberstanden. Die Platten waren vergenden Widerstandsmessung beibehielt. Die Kapazität dieses Plattenkondensators ist seinem dielektrischen Widerstand umgekehrt proportional: $C = \frac{1}{4\pi w}$ (cm). Der dielektrische Widerstand *w* zwischen den Platten muß anderseits dem im Elektrolyten gemessenen Widerstande proportional sein. Man kann also schreiben: $C = \frac{c}{R_3}$, worin *c* eine zu bestimmende Konstante und R_3 den Widerstand zwischen den beiden Kreisplatten des mit dem Elektrolyten gefüllten Glasrohres bedeuten. Die Kapazität des Kondensators gleicher Abmessungen im Mittel von der Dichte ε beträgt:

$$C = \frac{d^2 \frac{\pi}{4} \cdot \varepsilon}{4\pi \cdot l}.$$

Für Luft mit $\varepsilon = 1$, den Plattenabstand *l* und den Kreisplattendurchmesser *d* wird demnach

$$C = \frac{d^2}{16\,l}.$$

Die gesuchte Konstante *c* ist demnach:

$$c = C \cdot R_3 = \frac{d^2}{16\,l} \cdot R_3.$$

In Abb. 1 ist der Pantograph wiedergegeben. Man erkennt im Bilde seinen Drehpunkt, der mit einer Kugel in einer ebenso geformten Aussparung einer festen Platte ruht und mit einem schweren Gewicht belastet ist. Der Außenschenkel trägt eine mit Kreiseinteilung versehene Scheibe, um die Stellung der hakenförmigen Sonde (herausgenommen neben dem Pantographen in der Abb. 1 erkennbar), die beliebig um ihre Vertikalachse geschwenkt werden kann, zu kennzeichnen. Über den Drehpunkt läuft die Sondenleitung auf Isolatoren verlegt zur Sonde. Die Innenschenkel tragen das Solenoid mit der Stahlnadel. Das Übersetzungsverhältnis des Pantographen ist 2 : 1. Die Magnetsteuerleitung führt ebenfalls über den Drehpunkt, um die Beweglichkeit der Anordnung nicht zu beeinträchtigen. Der ganze Apparat wurde, um die Reibung nach Möglichkeit auszuschließen, an Stahldrähten unter Zwischenschaltung in ihrer Länge verstellbarer Spannstücke an der 4,5 m hohen Decke des Versuchsraumes aufgehängt. Durch die verstellbaren Zwischenstücke ließen sich Sonde und Zeichensolenoid genau auf die gewünschte Höhe einrichten. Alle aufgehängten Punkte bewegten sich daher auf Kugelschalen, die aber nur wenig von Ebenen abwichen. Die eigentliche Aufnahme wurde folgendermaßen

Digitized by Google

vorgenommen: Es wurde auf den Kurbelwiderständen gemäß der Zahlentafel 1 ein bestimmter Potentialwert eingestellt, z. B. für $\varphi = 45$: $R_1 = 50$, $R_2 = 950$. Nun wurde mit der Sonde das Feld abgetastet, bis an einer Stelle das Telephon ein Tonminimum aufwies, und im gleichen Augenblick die Taste des Zeichengebers gedrückt, so daß ein Punkt in das Aufnahmepapier geschlagen wurde. Dicht neben dem ersten Punkte, je nach der gewünschten Genauigkeit der Aufnahme in rd 2 bis 20 mm Abstand wurde ein zweiter Punkt unter gleichen Bedingungen bestimmt und so fortgefahren, bis die Elektrode von einer Punktreihe umgeben war, die die Äquipotentialfläche + 45 angab.

Die Messungen gelangen mit überraschender Genauigkeit, sobald Ohr und Hand sich nach Aufnahme weniger Punkte an das Hören des Minimums und das Führen der Sonde gewöhnt hatten. In gleicher Weise wurde das ganze Feld abgetastet. Selbstverständlich kann die Anzahl der zu messenden Flächen in beliebiger Weise verändert werden. Abb. 3 zeigt

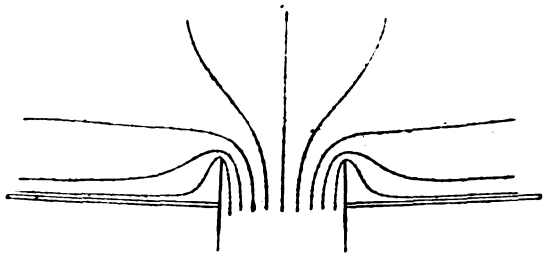


Abb. 3. Feld zwischen zwei Kreisplatten mit Zuleitungen (die symmetrische andere Hälfte wurde fortgelassen). Durchmesser 15 cm, Abstand 20 mm. Die eingezeichneten Meßpunkte gehören zu den Flächen + 40, + 30, + 20, + 10, 0, − 10, − 20, − 30, − 40. Die Plattenpotentiale sind + 50 und − 50.

z. B. das Feld zwischen zwei Kreisplatten mit Zuleitungen. Man erkennt, daß nicht einmal auf der Mittellinie zwischen den Platten das Feld gleichmäßig ist, und daß sich vornehmlich an den Plattenrändern die Niveauflächen dicht aneinander drängen. Es ist zu erwarten, daß bei einer Hochspannungsprobe erstes Glimmen und Überschlag an den Rändern auftreten müssen, was unserer Erfahrung entspricht. Um die große Genauigkeit des Verfahrens anzudeuten, wurden die aufgenommenen Punkte der eben genannten Flächen mit Nullkreisen umgeben. Die Aufnahme stellt nur die eine Hälfte des Feldes dar, die andere ist als Spiegelbild der ersteren aufzufassen. Die Feldstärke an den Zuleitungen, die man für die Potentialdifferenz 100 der Abb. 3 entnehmen kann, ermöglicht es, diejenige Spannung anzugeben, bei der die Zuleitungen anfangen zu glimmen, da ja die Festigkeit der Luft und ihre Abhängigkeit vom Durchmesser für zwei parallele Zylinder von anderen Versuchen her bekannt ist.

Die Feldstärke in jedem Punkte des Feldes läßt sich ohne weiteres mit dem Zentimetermaßstabe aus dem Abstande zweier Niveauflächen bei dem betreffenden Punkte bestimmen. Die Richtung der Feldstärke ist durch die Richtung der leicht einzuzeichnenden Kraftlinien gegeben, die orthogonale Trajektorien zu den Niveauflächen darstellen. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß sich aus einem Äquipotentialflächen-Bilde die Beanspruchung viel leichter ablesen läßt als aus einem Kraftlinienbilde, aus dem sich zwar die Richtung, nicht aber die Größe der Feldstärke unmittelbar entnehmen läßt.

Betrachtet man in der Abb. 3 die Lage der Flächen, die der Symmetrieebene mit dem Potential 0 benachbart sind, so fällt auf, daß sie am Außenrande des Bildes ihre ursprüngliche Richtung ändern. Hierin äußert sich der Einfluß der endlichen Größe des Elektrolytbehälters. Es war dies eine Steinzeugwanne von den Abmessungen 130 × 90 cm bei 70 cm Höhe und einem Inhalt von rd 800 l. Als Elektrolyt wurde bei dem vorliegenden Versuch reines Leitungswasser von rd 1600 Ω/cm³ benutzt. Die Zuleitungen waren durch Stäbe gehalten, die durch dicke, festanliegende Gummischläuche ebenso wie die „Sondenzuleitung" abgeblendet waren. Der eigentliche Sondenkörper bestand bei den Versuchen aus einem runden Platindraht von 1 mm Durchmesser bei 1 mm Länge.

Über den Einfluß der Größe des Sondenkörpers und die Kritik des ganzen Meßverfahrens ist bereits früher berichtet worden. Neben den durch die endliche Größe des Behälters verursachten Fehlern muß hier noch auf einen anderen Umstand hingewiesen werden, der das im Telephon zu beobachtende Minimum zu beeinträchtigen sucht. Neben seinem Ohmschen Widerstand weist nämlich das Wasser ein bedeutendes dielektrisches Leitvermögen auf ($\varepsilon = 80$). Der Elektrolyt wird daher auch von Verschiebungsströmen durchsetzt, die den über den Ohmschen Widerstand fließenden zeitlich um 90° voraneilen. Die letzteren überwiegen aber so entscheidend, daß das Tonminimum ausgeprägt hörbar ist. Ganz kann der Ton aus obiger Ursache nicht verschwinden. Man stellt das Minimum am besten durch öfteres Überfahren der gesuchten Niveaufläche fest, und verfährt also analog wie beim Photometrieren, wo man ebenfalls den gesuchten Wert eingrenzt.

Das Elektrolytverfahren soll im folgenden auf die Untersuchung der Felder eines Hängeisolators angewendet werden. Es bedarf zunächst noch der Feststellung, auf welche Weise sich ein Isoliermittel der dielektrischen Leitfähigkeit ε im Elektrolyten wiedergeben läßt. Da das Isoliermittel ε-mal besser als die Luft mit $\varepsilon = 1$ leitet, muß ein Isolator durch ein Mittel im Elektrolyten sich darstellen lassen, das ε-mal besser als der Elektrolyt leitet. Leider wurde gefunden, daß ebenso einfach, wie diese Überlegung, ebenso schwierig ihre Übertragung auf die praktischen Verhältnisse selbst ist. Allein durch diese Feststellung gewinnen die Versuche an Körperlichkeit, denn unserem Vorstellungsvermögen ist die Stromverteilung im Elektrolyten und im festen Körper eher zugänglich als der Zwangszustand des unter Spannung stehenden Dielektrikums.

(Fortsetzung folgt.)

Mindestzahlung und Risiko in Stromlieferungsverträgen.

Von J. Teichmüller, Karlsruhe.

Übersicht. **In vielen Stromlieferungsverträgen wird dem Abnehmer die Verpflichtung auf eine jährliche Mindestentnahme elektrischer Arbeit oder eine Mindestzahlung auferlegt. Diese Entnahme oder Zahlung sollte als ein Ausgleich für das Risiko, das der Erzeuger der elektrischen Arbeit durch die Erbauung und die Bereithaltung des Werkes für den Abnehmer auf sich genommen hat, erkannt, anerkannt und dementsprechend bemessen werden. Statt dessen pflegt man die Mindestzahlung durch Verabredung ohne sachliche Berechtigung so festzusetzen, daß sie annähernd etwa gleich dem voraussichtlichen Betrage der ersten Jahresrechnung ist.**

Der Krieg hat den Verbrauch stark zurückgehen lassen. Die Mindestzahlung, die deshalb den Betrag der ordentlichen Jahresrechnung oft weit übersteigt, wird nun als drückend und ungerecht empfunden. Der Verfasser sucht ein gerechtes Maß für die Höhe der Mindestzahlung, indem er sie dem tatsächlichen Risiko anpaßt. Das Verfahren wird durch ein praktisches Beispiel erläutert.

Der Verkauf der elektrischen Arbeit vollzieht sich zum Teil nach Verträgen, die für so ungewöhnliche Verhältnisse, wie sie durch den Krieg geschaffen sind, nicht passen. Das hat zwischen Erzeuger und Verbraucher vielfach zu Schwierigkeiten geführt, die schwer zu lösen sind, hat aber auch Anlaß gegeben, von neuem über die Grundlagen nachzudenken, auf denen der Vertrag, insbesondere der in einem Vertrage vereinbarte Preissatz aufgebaut ist.

Ein für Großabnehmer sehr beliebter Preissatz ist der vielfach sogenannte „Gebührentarif" oder „Höchstverbrauchtarif"; er setzt einen Betrag für die im Laufe des Jahres eingetretene Höchstentnahme fest, dazu einen Betrag für die Einheit der Arbeitsentnahme und schließlich einen Mindestverbrauch oder eine Mindestzahlung, die der Verbraucher dem Erzeuger gewährleistet. Daß die Grundlagen, auf denen die zahlenmäßigen Festsetzungen beruhen, schwanken können, darauf ist in den Verträgen höchstens durch die sogenannte Kohlenklausel Rücksicht genommen; bei den kleineren, nichtindustriellen Großabnehmern fehlt auch diese meist. Eine Kriegsklausel vollends kennen solche Verträge fast nie.

Nun ist aber der Stromverbrauch im Laufe des Krieges bei den meisten Anschlüssen stark hinunter gegangen. Wichtige Großabnehmer in städtischen Werken sind die Warenhäuser. Ich habe Anlaß gehabt, mich mit dem Stromverbrauche der Warenhäuser zu beschäftigen und dabei einige statistische Erhebungen anzustellen. Natürlich waren unter den gegenwärtigen Verhältnissen große schriftliche Umfragen, deren Beantwortung viel Zeit und Arbeit erfordert haben würde, nicht möglich; ich war vielmehr zum großen Teil auf mündliche Mitteilungen aus den Büchern der Elektrizitätswerke angewiesen. Durch bereitwillige und sehr dankenswerte Auskünfte seitens einer Anzahl von Elektrizitätswerken gelang es mir trotz der Ungunst der Zeit, einige wertvolle Zahlen zu sammeln. Danach ist bei 21 Warenhäusern in verschiedenen Städten die Benutzungsdauer des Anschlußwertes gemäß folgender Zusammenstellung, in der die Warenhäuser nach der Größe ihres Anschlußwertes geordnet sind, zurückgegangen:

Anschlußwert in kW	Benutzungsdauer des Anschlußwertes			
	1913	1914	1915	1916
16,5	158	79	73	—
18,6	468	328	210	—
29	728	—	321	—
40	1586	—	1005	1005
43,5	954	756	796	654
48,6	1215	—	713	713
99	436	371	284	—
100,7	1336	—	—	527
103,6	1025	—	—	522
131	1329	1014	817	594
196	1392	—	954	954
208	597	515	635	—
230	648	—	615	—
239	910	954	1127	899
255	1182	—	960	784
277	—	—	916	651
320	1800	1185	834	—
355,5	777	—	—	542
434	(635)[1]	595	443	380
680	2100	1320	837	—
763	—	—	961	760

Der Rückgang der Benutzungsdauer und damit die Abnahme des Verbrauchs — denn der Anschlußwert ist in allen Fällen als unverändert angenommen — ist also fast überall sehr beträchtlich; in mehreren Warenhäusern beträgt er mehr als 50% innerhalb der ersten zwei oder drei Kriegsjahre. Durch die neuesten Vorschriften wird er natürlich noch weiter hinuntergehen.

Von manchen dieser Warenhäuser fordert nun der Vertrag nach oben mitgeteiltem Preissatze einen Mindestverbrauch oder eine Mindestzahlung. Ob die Forderung unter den gegenwärtigen Verhältnissen zu Recht besteht, mögen die Juristen entscheiden. Tatsache ist, daß im Bereiche der von mir gefragten Werke auch auf Seiten der Juristen Meinungsverschiedenheiten darüber bestehen. Die Werkverwaltungen ha-

[1]) Noch nicht in vollem Betriebe.

Digitized by Google

ben es meist auf richterlichen Austrag nicht ankommen lassen, sondern haben sich mit den Warenhäusern verständigt; manche haben die Forderung gänzlich fallen lassen, andere haben den nachzuzahlenden Betrag nach billigem Ermessen unter Berücksichtigung der Verhältnisse in jedem Einzelfalle ermäßigt. Aber es ist auch vorgekommen, daß der Erzeuger rücksichtslos auf der Leistung der Mindestzahlung bestanden hat.

Die Frage hat neben der rechtlichen auch eine technisch-wirtschaftliche Seite: Wie ist die Forderung einer Mindestentnahme oder Mindestzahlung entstanden, und wie ist sie, nicht nur an sich, sondern auch der vereinbarten Höhe nach, zu begründen und zu rechtfertigen?

Der Preissatz, mit dem wir uns beschäftigen, ist nicht mit Unrecht beliebt: er ist ziemlich gerecht und läßt sich dem Verbraucher leicht verständlich machen und so vor ihm rechtfertigen: die drei Teile, aus denen sich die Rechnungsendsumme zusammensetzt, entsprechen der erste den Bereitstellungskosten für die Höchstentnahme des Anschlusses, der zweite den mit der Höhe des Stromverbrauchs veränderlichen Kosten, und der dritte Teil, die Mindestzahlung oder die Zahlung für die gewährleistete Mindestentnahme, entspricht dem Risiko des Erzeugers. Der Angeschlossene könnte ja gar nichts verbrauchen, also auch keine, wenn auch noch so kurz dauernde Höchstleistung abnehmen; dann hätte der Erzeuger das Werk, mit dem er den Angeschlossenen befriedigen könnte und möchte, und für dessen Versorgung er es mit erbaut und ausgestattet hatte, doch tot dastehen, es verursacht ihm Kosten, für die er keinen Ersatz hat, und es entgeht ihm Gewinn, auf den er gerechnet hatte. Das soll der dritte Teil, die Mindestzahlung, verhindern.

Ich weiß nicht, ob die Mindestzahlung als Gegenwert für das Risiko überall erkannt und anerkannt ist, oder vielmehr: ich bin überzeugt, daß sie das nicht ist, daß es jedenfalls auf Seiten der Verbraucher nicht der Fall ist. Dem Verbraucher wird die Forderung vorgelegt; er überschlägt, wie hoch etwa sein Jahresverbrauch sein wird, und sieht danach von der Höhe der geforderten Mindestzahlung abzuhandeln oder gibt sich auch wohl darein, vielleicht darauf vertrauend, daß, wenn der Betrag im ersten Jahre durch den tatsächlichen Stromverbrauch vielleicht auch nicht erreicht werde, er im nächsten und den folgenden Jahren mehr und mehr werde überschritten werden. Wir waren ja in den langen Friedensjahren vor dem Kriege eine aufsteigende Entwicklung auf allen Gebieten so sehr gewöhnt. Jetzt, wo die Entwicklung so jäh unterbrochen ist, gilt es gründlicher zu überlegen und die Mindestzahlung auch ihrer Höhe nach genau zu begründen.

Das kann nun aber nicht auf dem Wege geschehen, auf dem wir soeben den Verbraucher seine Überlegungen anstellen sahen, und den wohl auch der Erzeuger — seinen entgegengesetzten Wünschen entsprechend natürlich in entgegengesetzter Richtung — bei der Festsetzung der Mindestzahlung gewöhnlich geht; vielmehr steht das Risiko und die dasselbe ausgleichende Mindestzahlung nur in einem sehr losen Zusammenhange mit dem warscheinlich erreichten Endbetrage der Jahresrechnung. Es ist ja ohne weiteres klar, daß das Risiko von den veränderlichen Ausgaben, die dem Werke für die an den Verbraucher tatsächlich abgegebene Arbeit erwachsen, so gut wie gar nicht betroffen wird. Die Kohlen z. B., die zur Befriedigung des Angeschlossenen beschafft wurden, behalten ihren vollen Wert, auch wenn dieser gar keinen Strom bezieht; die Zinsen für aus solchen Gründen etwa gelagerte Kohlen fallen nicht ins Gewicht. Es sind also fast ausschließlich Bereitstellungskosten, nach denen das Risiko zu bemessen ist. Nach dieser Feststellung fragt es sich nur noch, für welche dem Großabnehmer bereitzustellende Leistung wir das Risiko zu bemessen haben.

Wenn man bei der Festsetzung des Preissatzes die Bereitstellungskosten nach der tatsächlich eingetretenen Höchstentnahme bemißt, so tut man das doch nur, weil man diesen Höchstwert am leichtesten feststellen kann, und nicht etwa, weil es das Richtigste und Gerechteste wäre. Das Werk hatte diesen Höchstwert gar nicht bereitgestellt, sondern tatsächlich geliefert, und das ist zweierlei. Und daß es ihn hatte liefern können, hing nicht nur von den fürsorglich getroffenen Einrichtungen des Werkes ab, sondern auch von Umständen, über die das Werk keine bestimmende Macht, ja, auf die es im allgemeinen nicht einmal irgendwelchen Einfluß hat, nämlich von dem Zeitpunkte, in dem der ins Auge gefaßte Abnehmer, und den Zeitpunkten, in denen die anderen Abnehmer ihre Höchstleistung entnahmen, also von dem, was wir mit „Gleichzeitigkeit der Höchstentnahme" bezeichnen. Bei der Bemessung des Risikos aber spielt die tatsächlich eintretende oder eingetretene Höchstentnahme nur eine nebensächliche, eigentlich gar keine Rolle. Maßgebend ist, was der Angeschlossene möglicherweise und unter ungünstigen — wenn auch nicht ganz ungewöhnlich ungünstigen — Verhältnissen abnehmen könnte; auf diese „Risikoleistung" muß das Werk eingerichtet sein, und die Einrichtungen hierfür liegen brach, wenn der Angeschlossene keine elektrische Arbeit abnimmt. Das gibt uns also auch die Grundlage für die Bemessung des Risikos.

Wir müssen sofort zugeben, daß das Risiko ebenso wenig exakt bemessen werden kann wie die Höhe der Bereitstellungskosten; das zeigen schon die unsicheren Ausdrücke „möglicherweise" und „unter ungünstigen Umständen", die wir soeben notwendiger Weise hatten gebrauchen müssen. Aber wir haben doch einen Weg gefunden, der zum Ziele führen kann.

Wird ein Vertrag nach einer längeren Reihe von Betriebsjahren des Anschlusses erneuert, so werden im allgemeinen Erfahrungen genug vorliegen, aus denen die Risikoleistung bestimmt oder besser: zuverlässig geschätzt werden kann. Soll dagegen mit einem neuen Anschlusse ein Vertrag abgeschlossen werden, so müssen die an anderen gleichartigen und ungefähr gleich großen Abschlüssen gewonnenen Erfahrungen, also die Statistik, die Grundlage liefern. Diese Statistik wird aber im allgemeinen nur die tatsächlich eingetretenen Höchstentnahmen der Anschlüsse, wie sie mit dem Höchstverbrauchsmesser gemessen waren, angeben. Aus diesen Zahlen ist der relative Höchstverbrauch als Verhältnis des absoluten Höchstverbrauchs zum Anschlußwert leicht zu ermitteln. Für gleichartige und etwa gleich große Anschlüsse muß dieser relative Höchstverbrauch eine kennzeichnende, also ungefähr für alle solche Anschlüsse gleiche Größe sein, die somit auch für den neuen Anschluß maßgeblich sein muß. Wäre er tatsächlich bei allen der Statistik unterworfenen Anschlüssen genau derselbe, so wäre daraus zu schließen, daß die oben gebrauchte Einschränkung „unter ungünstigen Umständen" gestrichen werden müßte; denn es zeigte eben, daß kein Umstand praktisch im Stande ist, auf die relative Höchstentnahme ungünstig, d. h. vergrößernd einzuwirken. Genau gleich sind die Zahlen aber natürlich nicht; man wird im Gegenteil, wie immer bei solchen von zahlreichen und mannigfaltigen Umständen beeinflußten Größen auf beträchtliche Abweichungen untereinander gefaßt sein müssen. Wir hatten es für nötig gefunden ungünstige Umstände anzunehmen; der Fall der ungünstigsten Umstände wird aber ungezwungen von dem Anschlusse geboten, der von allen die höchste relative Höchstentnahme aufweist. Diese Zahl wäre also zur Berechnung der Risikoleistung im neuen Vertrage zu benutzen, — so wie sie ist, aber doch nur dann, wenn diese Höchstentnahme auch zur Belastungsspitze des Werkes in ihrer vollen Höhe beiträge, oder richtiger: mit Wahrscheinlichkeit beitragen könnte. Das ist aber nicht der Fall, weil er nicht gleichzeitig mit der Höchstentnahme aller anderen Anschlüsse eintritt; er muß also billigerweise verkleinert werden. Als ein, wenn nicht gerechtes, so doch billiges Maß für die Verkleinerung bietet sich zunächst der Gleichzeitigkeitsfaktor; das zeigt folgende Überlegung:

Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist definiert durch die Gleichung:

$$\gamma_0 = \frac{H}{\Sigma h_\nu},$$

worin H die Höchstentnahme des Netzes, also ungefähr auch die Belastungsspitze des Werkes, h_1, h_2, ... h_ν ... die Höchstentnahmen der Einzelanschlüsse bedeuten. Es ist aber auch

$$H = \Sigma(\gamma_\nu \, . \, h_\nu),$$

wenn γ_ν einen echten Bruch bedeutet, der den Grad ausdrückt, in dem die Höchstentnahme h_ν zur Belastungsspitze des Werkes beiträgt. Wir wollen γ_ν den Werkspitzenerhöher des ν-ten Anschlusses oder der ν-ten Höchstentnahme nennen. — Somit ist nun

$$\gamma_0 = \frac{\Sigma(\gamma_\nu \, . \, h_\nu)}{\Sigma h_\nu},$$

d. h.: Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist gleich einem Mittelwerte aller Spitzenerhöher; er ist nicht deren algebraischer Mittelwert, sondern ein besserer, nämlich ein solcher, bei dem jeder Einzelwert mit dem Gewichte zum Ausdruck kommt, das ihm die Höchstentnahme des Anschlusses, zu dem er gehört, verleiht.

Nehmen wir nun zu der größten der von der Statistik gelieferten relativen Höchstentnahme den Gleichzeitigkeitsfaktor als Faktor hinzu, so haben wir in dem Produkte gerade das, was wir suchen: eine Risikoleistung, die unter ungünstigen, aber auch nicht gerade ungewöhnlich ungünstigen Umständen vom Werke mag gefordert werden können. Ungünstig ist das Produkt durch den ersten Faktor, weil er die größte aller vorgekommenen Höchstentnahmen ist; gemildert wird diese Ungünstigkeit durch den zweiten Faktor, insofern dieser nicht den höchsten Spitzenerhöher, sondern einen mittleren darstellt.

Dieser Weg, die Risikoleistung festzustellen, wird theoretisch befriedigen, er hat aber den Nachteil, daß der Gleichzeitigkeitsfaktor im allgemeinen wenig zuverlässig, oft überhaupt nicht angegeben werden kann. Und wenn man ihn kennt, so wird man vielleicht gefühlsmäßig Bedenken tragen, ihn in der angegebenen Weise zu benutzen, denn er ist meistens recht klein; man wird deshalb leicht fürchten, die nach der soeben festgestellten Regel bestimmte Risikoleistung sei zu niedrig. In der Tat ergibt die Rechnung in der Regel zuletzt eine sehr viel kleinere Mindestzahlung, als sie bisher üblich war.

Angesichts dieser beiden Tatsachen (daß der Gleichzeitigkeitsfaktor oft nicht bekannt ist, und daß er, wenn er bekannt ist, meist gar zu kleine Werte ergibt) wird man gern den Ausweg beschreiten, eine Verminderung der relativen Höchstentnahme von ihrem statistischen Höchstwerte herab dadurch vorzunehmen, daß man nun doch den vorher aus theoretisch richtigen Erwägungen heraus verschmähten Mittelwert aller statistischen Werte nimmt. Die Annahme dieses Mittelwertes soll also, wie ich wiederhole, damit begründet werden, daß zwar eigentlich der höchste der statistisch bekannt gewordenen Werte gewählt werden müßte, dieser aber doch nur mit der durch die „Ungleichzeitigkeit" geforderten Verkleinerung; an Stelle dieser meist nicht berechenbaren Verkleinerung wird die Verkleinerung durch Bildung des algebraischen Mittelwertes aller statistisch ermittelten relativen Höchstentnahmen vorgenommen. Durch Multiplikation dieses Mittelwertes mit dem Anschlußwerte

Digitized by Google

ergibt sich dann die Risikoleistung ihrer absoluten Höhe nach.

Der so gefundene Wert der Risikoleistung, mit dem für 1 kW Höchstentnahme festgesetzten Einheitspreise berechnet, liefert die Mindestzahlung, die billiger Weise von dem Großabnehmer gefordert werden kann. Da der Einheitspreis für 1 kW Höchstentnahme natürlich einen Gewinn für das Kraftwerk einschließt, so schließt auch die Mindestzahlung den Gewinn ein, der dem Werke ohne Festsetzung der Mindestzahlung in dem Falle, daß der Angeschlossene gar nichts abnimmt, entgehen würde. Allerdings fehlt in diesem Falle eine Entschädigung für den aus dem Verbrauche elektrischer Arbeit erwartenden Gewinn. Es wäre aber, scheint mir, unbillig, auch diesen, also das ganze Risiko bis auf den letzten Rest dem Angeschlossenen aufzubürden; zum mindesten darf das bei städtisch verwalteten Werken nicht geschehen.

Ein meiner Praxis entnommenes Beispiel mag die angestellten Überlegungen erläutern:

Ein Warenhaus in einer deutschen Mittelstadt sollte an das Elektrizitätswerk der Stadt, ein kommunales Werk, angeschlossen werden. Die Bodenflächen aller Räume betrug

14 350 m².

Als Anschlußwertdichte, nämlich Anschlußwert auf 1 m² Bodenfläche ergaben sich für Warenhäuser verschiedener Größe aus der von mir aufgenommenen Statistik folgende Werte:

Bodenfläche in m²	Anschlußwert auf 1 m²	Bodenfläche in m²	Anschlußwert auf 1 m²
1 010	18,4 W	8 000	29,9 W
1 072	15,4 „	8 000	28,7 „
1 350	21,5 „	9 300	29,8 „
2 760	15,75 „	9 540	37,3 „
2 800	35,0 „	10 030	19,5 „
3 600	11,1 „	10 500	24,3 „
4 000	12,15 „	18 150	23,9 „
7 000	18,75 „	24 600	31,0 „
Mittel	18,56 W.	Mittel	28,05 W

Gesamtmittel 23,3 W

Zu dem Mittelwerte der rechtsstehenden Werte, also der für Warenhäuser ähnlicher Größe gültigen Werte, in der Höhe von 28,05 W/m², kann mit gleichem Gewicht noch ein anderer als Erfahrungszahl in einem der größten Installationsbureaus gewonnener Wert, nämlich eine Anschlußwertdichte von

17 W/m² für Licht

hinzugenommen werden. Nimmt man an, daß — wie es bei unserm Warenhause zu erwarten war — der Anschlußwert für Licht $^2/_3$ des gesamten Anschlußwertes ausmache, so müßte die Anschlußwertdichte

$$\frac{17}{0{,}67} = 25{,}5 \text{ Watt/m}^2$$

betragen. Der Gesamtmittelwert war also zu

$$\frac{28{,}05 + 25{,}5}{2} = 27 \text{ Watt/m}^2$$

anzunehmen. Somit war ein Anschlußwert von

14,350 × 27 = 390 kW,
davon für Licht . . . . 260 „
für Kraft . . . . 130 „

zu erwarten.

Für die relative Höchstentnahme liefert meine Statistik leider nur drei Werte, dazu aber noch zwei wertvolle und gewichtige Angaben von zwei sehr bedeutenden und erfahrenen Verwaltungen, nach denen die relative Höchstbelastung bei Warenhäusern nahezu gleich 100% ist und besonders dann leicht an diesen Wert heranreicht, wenn der Anschlußwert für Kraft hinter den für Licht stark zurücktritt. Ich will diese beiden Mitteilungen dadurch verwerten, daß ich den drei statistischen Zahlen

72,2%, 98,2%, 63,2%

noch die Zahlen

90% und 90%

hinzufüge. Dann ergibt sich als Mittelwert die Zahl

82,7%.

Der besondere Fall ließ diese Zahl noch etwas hoch erscheinen; es wurde deshalb als relative Höchstbelastung

80% angenommen,

also als absolute Höchstbelastung die Leistung von

390 × 0,8 = 312 ≈ 310 kW.

Die ersten beiden Punkte des Preissatzes wurden folgendermaßen festgesetzt: Es sollen gezahlt werden

a) für 1 kW Höchstentnahme . . 90,00 M
b) für 1 kWh
bei 0 bis 350 000 kWh . 7,5 Pf
„ 350 001 „ 450 000 „ . 7,0 „
„ 450 001 „ 550 000 „ . 6,5 „
„ 550 001 und mehr „ . 6,0 „

Es waren danach bei einer unveränderten Höchstentnahme von 310 kW zu zahlen

bei einem Verbrauche von . . . . . kWh	300 000	400 000	500 000
entsprechend einer Benutzungsdauer des Anschlußwertes . . Stdn.	769	1 026	1 282
an Bereitstellungskosten . . . . . M	27 900	27 900	27 900
an veränderlichen Kosten . . . . . „	22 500	28 000	32 500
zusammen also . . . „	50 400	55 900	60 400
Das macht auf 1 kWh Pf	16,8	14,0	12,1

Auf Grund dieser Rechnungen sollte, lediglich weil man diesen Betrag mit Sicherheit zu erreichen erwartete.

c) eine Mindestzahlung von . . . 50 000 M im Jahre festgesetzt werden. Dem gegenüber ergab sich, wenn mit dem Mittelwerte der statistisch ermittelten relativen Höchstentnahmen gerechnet wurde, zunächst die

Risikoleistung 390 × 0,827 = 322,5 kW

und hieraus als gerechnete Mindestzahlung der Betrag von

322,5 × 90,00 = 29 025 Mark.

Selbst die Annahme der größten relativen Höchstentnahme, die aus der Statistik entnommen werden konnte, würde nur eine

Risikoleistung von 390 × 0.982 = 383 kW

und eine

Mindestzahlung von 383 × 90,00 = 34470 M

ergeben haben.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Der Wechselstromtransformator im Bahnbetrieb.

[Schweiz. Bauzeitg., Bd. 69, S. 105.]

W. Kummer entwickelt für eine Transformatorkonstante C die Beziehung: $V_1 = \frac{C}{\sqrt{E.J}}$.

Dabei ist V_1 das aktive Volumen für 1 kVA, angegeben in dm³. C ist aber nur konstant innerhalb einer bestimmten Typenreihe, bei welcher jedes einzelne Glied dieselben Dimensionsverhältnisse und dieselben Beanspruchungen aufweist. Für 15 Per und Trockentransformatoren mit Gebläsekühlung oder Öltransformatoren mit Wasserkühlung gibt Verfasser den gleichen Wert $C = 3{,}5$ an. Berichter erinnert an seinen Aufsatz: „Über die Berechnung von Transformatoren" („ETZ" 1906, S. 287 bis 291), in welchem auf S. 290 im wesentlichen dieselben Beziehungen abgeleitet wurden.

Es folgt dann eine Ableitung der von Vidmar[1]) eingeführten „Fortschrittsgeraden". Die Ableitung ist jedoch unrichtig. Ferner sei darauf aufmerksam gemacht, daß die „Fortschrittsgerade" eine physikalische Unmöglichkeit ist. Man erhält keine Gerade, sondern eine Kurve dritter Ordnung, wie folgende Überlegung zeigt.

Es ist

$$E.J = K.F_{ei}.F_k.B.s \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

$$W = K_1.V_{ei}.B^2 + K_2.V_k.s^2 \quad . \quad . \quad (2$$

Darin bezeichnen
F_{ei} den aktiven Eisenquerschnitt,
F_k „ „ Kupferquerschnitt,
V_{ei} das aktive Eisenvolumen,
V_k „ „ Kupfervolumen,
$V = V_{ei} + V_k = a^3$,
B die Eisensättigung,
s die Stromdichte,
W den Verlust in Watt,
$K, K_1, K_2 \ldots$ Konstanten.

Bleiben wir innerhalb einer Typenreihe, so können wir diese definieren durch:

$$\frac{F_{ei}}{F_k} = \text{konstant}, \qquad \frac{V_{ei}}{V_k} = \text{konstant},$$

$$\frac{B}{s} = \text{konstant}.$$

Die Gl. (2) läßt sich dann umformen in

$$W = K_3.V.B.s.$$

Aus Gl. (1) berechnet sich

$$B.s = \frac{E.J}{K.F_{ei}.F_k} = \frac{E.J}{K_4.a^4} = \frac{E.J}{K_4.V^{4/3}},$$

$$W = \frac{K_3.V.E.J}{K_4.V^{4/3}} = K_5.\frac{E.J}{V^{1/3}}.$$

Für ein einzelnes Glied einer Typenreihe ist $E.J$ konstant und

$$W = \frac{K_6}{\sqrt[3]{V}V} \quad \text{oder auch} \quad W = \frac{K_7}{\sqrt[3]{V}V_1}. \quad . \quad (3$$

Dies ist die Gleichung der Fortschrittsgeraden".

Der Verfasser war von dem Ansatz ausgegangen

$$-dV_1 = K.dW.$$

Es ist aber nicht ersichtlich, woher man Proportionalität zwischen der Volumenabnahme dV_1 und der Verlustzunahme dW voraussetzen könnte.

Aus der Gl. (3) ergibt sich durch Differentation

$$-dV_1 = K.dW.V_1^{4/3}.$$

Das ist etwas ganz anderes.

Auf S. 290 der bereits zitierten Arbeit des Berichters war entwickelt:

$$M = \frac{c_5}{V_p},$$

wenn M der Materialaufwand,
V_p der prozentuale Verlust.

Das ist, auf andere Weise entwickelt, genau dieselbe Gleichung wie (3).

Weiter leitet Verfasser auf ziemlich umständlichem Wege für den Leerlaufstrom die Beziehung ab

$$i_m = c_m.w_{ei}.$$

Darin bedeuten:
i_m den Magnetisierungsstrom,
w_{ei} die Eisenverluste,
c_m eine Konstante innerhalb einer Typenreihe.

Da sowohl i_m als auch w_{ei} dem Eisengewicht proportional sind, ist diese Beziehung selbstverständlich, aber nur solange die Sättigung absolut konstant ist. Die geringste Änderung, welche innerhalb einer Typenreihe aber nicht zu umgehen ist, wirft die schöne Beziehung um.

Bei der Dimensionierung von Transformatoren für geringe Frequenz (15 Per) kann man mit solchen Beziehungen nicht viel anfangen, sie geben auch keinen Einblick in die inneren Verhältnisse des Transformators. Bei den erforderlichen hohen Sättigungen fällt bekanntlich die Permeabilität mit zunehmender Sättigung außerordentlich steil ab. Ein rechnerisch verwertbarer Zusammenhang mit den Eisenverlusten besteht dabei nicht mehr. Die Höhe der Eisenverluste ist auch völlig gleichgültig, da sie immer nur einen kleinen Bruch-

[1]) Heft 30 der Sammlung Vieweg.

Digitized by Google

teil der Gesamtverluste betragen. Man bemißt den Eisenkern allein mit Rücksicht auf den zulässigen Leerlaufstrom. Fahrzeugtransformatoren sind zu entwerfen für
1. möglichst geringes Gewicht,
2. einen vorgeschriebenen Leerlaufstrom,
3. eine Erwärmung bis an die zulässige Grenze.

Die Verluste selbst und besonders ihr Verhältnis sind völlig gleichgültig. Die Forderung 1 bedingt wenig Eisen und viel Kupfer, Forderung 3 umgekehrt, viel Eisen und wenig Kupfer. Bei Forderung 2 ist besonders zu berücksichtigen, ob und welche Spannungssteigerungen zugelassen sind.

Vorstehende drei Punkte kennzeichnen die Aufgabe. Die Lösung kann nur von einem gewandten und erfahrenen Berechner gegeben werden. Mit allgemeinen Formeln ist dabei so gut wie nichts zu gewinnen. Die bauenden Firmen können vorläufig ihre Erfahrungen in diesen Dingen durch weitgehende Veröffentlichungen nicht preisgeben, trotzdem der allgemeine Fortschritt dadurch aufgehalten wird.

Kdf.

Beleuchtung und Heizung.

Denkschrift über Fabrikbeleuchtung in England.

Die englische Regierung hatte ein Komitee eingesetzt, um Erhebungen über die gegenwärtigen Verhältnisse der Beleuchtung von Fabriken und Werkstätten in England anzustellen und Vorschläge über empfehlenswerte Maßnahmen zur Erzielung einer angemessenen und gleichmäßigen Beleuchtung zu machen, die durch Gesetze bisher nicht vorgeschrieben war. Der im August 1915 erschienene umfangreiche Bericht[1]) schildert zunächst die Wirkungen einer unzureichenden oder falsch disponierten Beleuchtung in Fabriken, und es werden dann Vorschläge für die Regelung dieser Frage gemacht. Es werden gesetzliche Vorschriften für eine gleichmäßige und ausreichende Beleuchtung in allen Teilen von Fabrik- und Werkstattsräumen gefordert, die sich ihrer Stärke nach nach der Art der Betriebe zu richten habe. Beide Begriffe werden näher umschrieben. Die Beleuchtung soll ausreichend sein mit Rücksicht auf die Güte und Erzeugungsmenge der Fabrikate, sie soll auf Gesundheit, Sicherheit und Bequemlichkeit der Arbeiter Rücksicht nehmen und im Arbeitsbereich eine angemessene Konstanz und Gleichmäßigkeit besitzen. Die Lampen sollen so angebracht sein, daß Blendung und scharfe Schatten vermieden werden. Als Mindestbeleuchtung wird ohne Rücksicht auf Einzelbeleuchtung an Werkbänken, Maschinen usw. im eigentlichen Arbeitsbereich eine Bodenbeleuchtung von 0,25 candle-foot[2]) (2,9 Lux) verlangt. In allen Teilen von Gießereien, die allgemein zugänglich sind, werden als Bodenbeleuchtung mindestens 0,4 candle-foot (4,7 Lux) gefordert, in Teilen von Fabriken, die nicht eigentliche Arbeitsbereiche aber allgemein zugänglich sind, 0,1 candle-foot (1,18 Lux). Offene Werkplätze, an denen Leute von eine Stunde nach Sonnenuntergang bis eine Stunde vor Sonnenaufgang beschäftigt werden, und an allen gefährlichen Stellen der Zugangswege darf die Bodenbeleuchtung nicht unter 0,05 candle-foot (0,59 Lux) betragen.

Ptz.

[1]) Der Bericht kann bei uns eingesehen werden. D. S.
[2]) 1 candle-foot = 11,78 Lux.

Bahnen und Fahrzeuge.

Ungeschützte Stromschiene mit oberer Schleiffläche.

[Proc. Am. Inst. El. Eng., Bd. 34, 1915, S. 1283.]

Ch. H. Jones berichtet über Erfahrungen beim Bau und Betrieb von Stromzuführungsanlagen elektrischer Bahnen mittels dritter Schiene und Gleichstroms von 600 V. Allgemein ist wegen der größeren Kontaktfläche und der größeren Leitfähigkeit eine schwere Schiene einer leichteren vorzuziehen. Für Schienen bis zu 36 kg/m Gewicht soll weicher Stahl nicht benutzt werden. Isolation und Aufhängung richten sich nach den örtlichen Verhältnissen. Die Art der elektrischen Stoßverbindung und der Schienenstoß hängen von der Größe und dem Querschnitt der Schiene ab. Bei den üblichen Schienen hat die Fußverbindung zufriedengestellt. Bei schweren Schienen und bei besonderen Querschnitten haben sich geschweißte Schienenverbindung n bewährt. Im Hinblick auf Ausdehnung und Zusammenziehen der Schiene sollte der ganze Strang in Teile zerlegt werden, deren jeder verankert werden muß. Für schwere Schienen empfiehlt es sich, besondere Querschnitte anzuwenden, die größere Kontaktflächen bieten und hierdurch die Lebensdauer erhöhen. Schienen von 18,4 kg/m, die im Jahre 1897 verlegt wurden, hatten eine zweijährige Lebensdauer, während eine Schiene mit 23 kg/m eine nutzbare Lebensdauer von 6 bis 7 Jahren hatte. Eine Schiene mit 26,28 kg/m, die vor 12 Jahren verlegt wurde, weist bis heute keine wesentliche Abnutzung auf.

Die Schienenlängen schwanken zwischen 9 und 18 m und sollten nach dem Gewicht bestimmt werden. Eine 26 kg-Schiene kann in Längen von 18 m verlegt werden, wodurch die Anzahl der Stoßverbindungen eingeschränkt wird. Vom Standpunkt der Erneuerung oder Wiederherstellung der Schienen von 26 kg/m Gewicht sind Längen von 9 m empfehlenswert, da diese bequemer zu handhaben sind, wobei allerdings auf Ersparnisse an Schienenstoßverbindungen verzichtet werden müßte.

Die Wahl der Güte des Schienenstahles macht häufig erhebliche Schwierigkeiten. Die Preisschwankungen betragen 18 bis 20%. Erhöhte Leitfähigkeit entspricht bedeutend weicheren Schienen und verlangt eine sorgsamere Behandlung, da sie sich beim Verlegen leicht verbiegen. Bei Behandlung dieser wichtigen Frage wird oft die Möglichkeit erwogen, neben der Stromschiene eine Speiseleitung zu verlegen, um an Schienenquerschnitt und an Materialgüte zu sparen. Verschiedene Berechnungen haben aber ergeben, daß bei einer parallellaufenden Speiseleitung kaum ein merklicher Gewinn erzielt werden kann. Das Gußstück zwischen Schienenfuß und Isolator ist annähernd von derselben Größe für alle Schienengewichte, nur die Länge des Gußklotzes ist für verschieden schwere Schienen entsprechend anzunehmen.

Der Abstand der Isolatoren voneinander schwankt mit dem Gewicht der Schiene, aber in keinem Fall darf er mehr als 3 m betragen, um eine Durchbiegung und örtliche Abnutzung der Schiene zu vermeiden. Bei 36 kg-Schienen werden die Isolatoren auf gerader Strecke 2 m und in Krümmungen 1,5 m voneinander entfernt angebracht.

Die Lebensdauer der Isolatoren beträgt unter gewöhnlichen Verhältnissen 10 bis 12 Jahre. Bei einer Anlage betrug die Lebensdauer von imprägnierten Holzisolatoren 15 bis 20 Jahre. Bei einer jetzt im Bau begriffenen Anlage wurden an schweren Schienen Schienenstoßverbindungen aus Kupferguß geschweißt ausgeführt, welche als Laschen wie auch gleichzeitig als Schienenverbinder dienten. Bei einer anderen Anlage wurde eine Kupferplatte mittels eiserner Schutzplatte an den Fuß der Schiene genietet, um so als Schwellenlasche und Verbindung zu dienen. Dieses Verfahren wurde aber, der hohen Kosten wegen, in größerem Umfange nicht ausgeführt. Bei normalen Schienenquerschnitten verwendet man mit Vorteil Fußlaschen, die an der Unterseite des Schienenfußes mittels hydraulischer Pressen befestigt werden. Es ist hierbei Voraussetzung, daß Hindernisse, wie Holzgeländer, Raummangel nach dem Erdboden zu u. dergl., nicht vorhanden sind.

Um bei Temperaturwechsel die Ausdehnung der Schienen in geeigneten Grenzen zu halten, wird der ganze Strang in Längen von 300 bis 350 m geteilt und in der Mitte jeder Länge eine Verankerung angebracht, um hierdurch Ausdehnung und Zusammenziehung an vorbestimmte Stellen zu verlegen. Der sogenannte Spielraum für Wärmeausdehnungen kann auf verschiedene Weise geschaffen werden. Man versieht z. B. die Laschenplatte mit einem Schlitz an Stelle eines Loches. Die elektrischen Stoßverbindungen werden an den Schienenenden unter Zuhilfenahme langer Verbindungsbänder, die mit einer losen Schleife versehen sind, um dem Längenwechsel Rechnung zu tragen, ausgeführt. Eine andere Ausführung besteht darin, zwei benachbarte Schienenenden zu verschneiden, die anstoßenden Enden zusammenzupassen, und die Verbindungsstelle unter Zwischenlegen langer Kupferbänder vorsichtig zu verschrauben. Dies gibt eine gute Lauffläche und verhütet große Abnutzung. An Stellen, wo die Stromschienen unterbrochen werden müssen, wie an Wegkreuzungen, Weichen u. dergl., müssen die Schienenenden durch Kupferkabel miteinander leitend verbunden werden. Zum Schutz verwendet man Kabelröhren aus Ton oder Fiber oder auch eiserne Röhren, in welche das Kabel hineingeführt wird. Die Enden werden mit einer Art Isolier- und Wetterschutzgehäuse umgeben. An anderen Stellen wurden auch als Verbindungskabel, gummiisolierte mit Stahlband oder Drahtschutz umhüllte Bleikabel, welche ohne Rohrschutz in der Erde liegen, verwendet. Die Verbindung zwischen den Kabelschuhen und Schiene muß mittels Kabel-Schließungsdraht, der genügend nachgibt, um der Ausdehnung und dem Zusammenziehen der Schiene Rechnung zu tragen, hergestellt werden.

Die Kosten für den Bau von 1 km einer eingleisigen, 36 kg wiegenden Stromschiene betragen 9200 M, während eine 28 kg-Schiene rd 7200 M kosten würde. Die durchschnittlichen Unterhaltungskosten der Schiene ohne Erneuerung kann mit 190 M/km jährlich angenommen werden.

Die Isolierung muß unter normalen Verhältnissen alle 12 Jahre ausgewechselt werden. In den genannten Unterhaltungskosten ist die vollständige Erneuerung der Schiene, Platten und Verbindungen indessen nicht enthalten, sondern nur die gewöhnlichen Unterhaltungskosten, um die Schiene in gutem Zustande zu erhalten.

Aus nachstehender Zusammenstellung sind die beim Bau von Stromschienen aufgewendeten Kosten zu entnehmen:

Kosten der ungeschützten Stromzuführung für 1 km Einfachgleis.

Gegenstand und Löhne	Schienengewicht: 36 kg/m (in 18 m Längen) M	Schienengewicht: 28 kg/m (in 9 m Längen) M
a) Gegenstand:		
990 m Schienen	4860	2800
5 Auflaufstücke	95	75
54 Paar Laschenbolzen, bzw. 108 Verbindungsschienen mit je 4 Schrauben	280	320
410 Isolatorstühle	1250	1250
104 Schienenstoßverbindungen	380	385
1240 Schraubenbolzen	50	50
3 Streckenverankerungen	60	60
215 (420) Bolzen u. Spannringe	25	50
3 Verbindungskabel	500	350
Mehrkosten für geschnittene Kupferbänder	830	830
zusammen	8330	6170
b) Löhne:		
Zufuhr der Schienen bis Arbeitsstelle	85	75
Bohrarbeit für Schienenstoßverbinder	130	55
Anbringen der Isolatoren und Verlegung der Schienen	235	235
Anbringen der Platten und Verbinder	300	530
Befestigen der Verbindungskabel	65	65
Verschiedene Arbeiten und Unvorhergesehenes	50	50
zusammen	865	1015
Es kostet demnach 1 km insgesamt	9195	7185
	— kl. —	

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Zur Frage der Verstaatlichung der Elektrizitätserzeugung in Preußen.

Der Haushaltsausschuß des Preuß. Abgeordnetenhauses befaßte sich mit dem Bau eines Dampfkraftwerkes bei Hannover,[1]) wobei der Minister wiederholt erklärte, daß bei der Durchführung der staatlichen Elektrisierungspläne unter Schonung der Interessen der bestehenden Elektrizitätswerke vorgegangen werden solle. Der Ausschuß stimmte der Regierungsvorlage zu und nahm zunächst einen Antrag an, der die Staatsregierung ersucht, möglichst für ganz Preußen, wenigstens aber für die Landesteile, in denen Neuanlagen zur Versorgung mit elektrischem Strom geplant oder ausgeführt werden, ein Verteilungssystem mit Einheitsspannungen auszuarbeiten, bei dem für die großen Fernleitungen eine Mindestspannung von 100 000 V vorzusehen ist. Weiter wurde ein Antrag angenommen, der Regierungserklärung wegen staatlicher Elektrizitätsversorgung im allgemeinen mit dem Vorbehalt zuzustimmen, daß die Staatsregierung alsbald Sachverständige Landes- und Bezirksbeiräte ins Leben ruft, um in ständiger Fühlungnahme mit ihnen alle zweckdienlichen Maßnahmen für eine systematische Versorgung des Landes mit Elektrizität und Gas vorzubereiten und durchzuführen.

Endlich wurde ein Antrag angenommen, der die Berücksichtigung folgender Grundsätze, die in ähnlicher Form bereits auch von der Vereinigung der Elektrizitätswerke aufgestellt wurden[2]), fordert:

1. Nichtbeeinträchtigung der Entwicklung bestehender, leistungsfähiger Elektrizitätswerke, insbesondere ihren Ausbau innerhalb des bestehenden Versorgungsgebietes nicht von einer Genehmigung der Behörden abhängig zu machen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 558.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 879.

Digitized by Google

2. Vor Errichtung neuer Staatswerke die Bedürfnisfrage unter dem Gesichtspunkte zu prüfen, ob bestehende Unternehmungen die den neuen Staatswerken zugedachten Aufgaben nicht bereits befriedigend erfüllen, und, wenn das nicht der Fall ist, ob sie nötigenfalls nicht mit Staatshilfe als gemischtwirtschaftliche Unternehmungen entsprechend erweitert werden können. Aufstellung kaufmännischer Rentabilitätsberechnungen über geplante Staatswerke mit entsprechenden Abschreibungen und Rücklagen, streng kaufmännische Verwaltung der Staatswerke und alljährliche bilanzmäßige Rechnungslegung gegenüber dem Abgeordnetenhause.
3. Aufgabenbeschränkung der Staatswerke im allgemeinen auf Erzeugung und Fortleitung des Stromes im großen.
4. Die Kommunalverbände müssen hinsichtlich der Zuführung des Stromes an die Verbraucher volle Zuständigkeit behalten, und ihr Recht zur Verfügung über ihre Straßen und Plätze darf nicht geschmälert werden.
5. Es darf kein Zwang gegen sie zur Unterverteilung der Kraft ausgeübt werden.

Verband ungarischer Elektrizitätswerke.

Unter obigem Namen haben sich die ungarischen Elektrizitätswerke im Dezember 1917 zusammengeschlossen. Zum Vorsitzenden wurde Generaldirektor L. Stark, zum Generalsekretär Oberingenieur F. Zipernowsky gewählt. Die Geschäftsstelle befindet sich in Budapest V., Vazi-ut. 74.

Hebezeuge und Massenförderung.

Elektrische Verladevorrichtung einer englischen Geschoßfabrik.

[Engineering, Bd. 104, S. 245, 1 Sp., 9 Abb.]

Die Verladevorrichtung ist für die hereinkommenden Rohstoffe und für die hinausgehenden fertigen Geschosse angelegt. Sie ist neuester Bauart, beherrscht einen Lagerraum von 9290 m² und zeichnet sich durch rasche Arbeit und deshalb große Massen verladenen Materials aus. Die Verladebrücke hat eine mittlere Öffnung von 27,43 m und eine Kranausladung von 13,715 m, so daß die Gesamtspannweite 54,86 m beträgt. Da das Krangleis 182,88 m lang ist, so ergibt sich daraus die beherrschte Lagerfläche von 9290 m². Die Höhe bis zur Unterkante des Hauptträgers ist 5,35 m und die Hubhöhe 4,26 m.

Die Verladebrücke wird durch 3 Hauptschlußmotoren angetrieben, u. zw. einen Hubmotor, einen Längsfahrmotor und einen Querfahrmotor. Sämtliche Motoren sind völlig geschlossen. Als Strom kommt Gleichstrom von 440 V zur Verwendung. Mit der vollen Last von 3 t ist die Hubgeschwindigkeit 15,24 m/min, die Quergeschwindigkeit 91,44 m/min und die Längsgeschwindigkeit ebenso groß. Das Führerhaus hängt unter der Fahrkatze, so daß der Führer den Lagerraum allseitig überblicken kann, was durch große Fenster im Führerhaus erleichtert wird. Die Bauart der Verladebrücke geht aus Abb. 1 hervor.

Die Katze läuft auf 4 Flachschienen auf dem unteren Träger des Hauptrahmens und ist durch einen Deckel aus Eisenblech gegen Witterungseinflüsse geschützt. Der in ihr liegende Hubmotor hat eine Halbstundenleistung von 11,2 kW bei 750 Umdr/min und treibt mittels dreifacher Übersetzung die Seiltrommel an. Der Querfahrmotor zur Bewegung der Katze im Hauptträger hat eine Stundenleistung von 6 kW bei 750 Umdr/min und treibt mittels einfacher Zahnradübersetzung eine der beiden Laufachsen der Katze an. Die sämtlichen Zahnräder sind auf der Maschine geschnitten und aus Stahl hergestellt, mit Ausnahme der Motorritzel für Hub und Querfahren, welche aus Manganbronze hergestellt sind. Jeder der beiden Motoren hat gleichfalls eine selbsttätige magnetische Bremse. Diejenige des Hubmotors kann zwecks Senkung der Last vom Führerstand gelöst werden. Jeder der beiden Motoren besitzt einen eigenen Ausschalter, um sowohl einen Überhub als auch ein zu weites Vorfahren der Katze in der Brücke zu verhindern.

Zur Stromzuführung dient je eine Kupferschiene in der Längsfahrrichtung mit dem Hauptstromabnehmer und in der Querfahrrichtung innerhalb des Hauptträgers für die Katze.

Die Steuerung der Brücke erfolgt mittels eines Reglers der Straßenbahnbauart und mittleren Metallwiderstandes. *e*

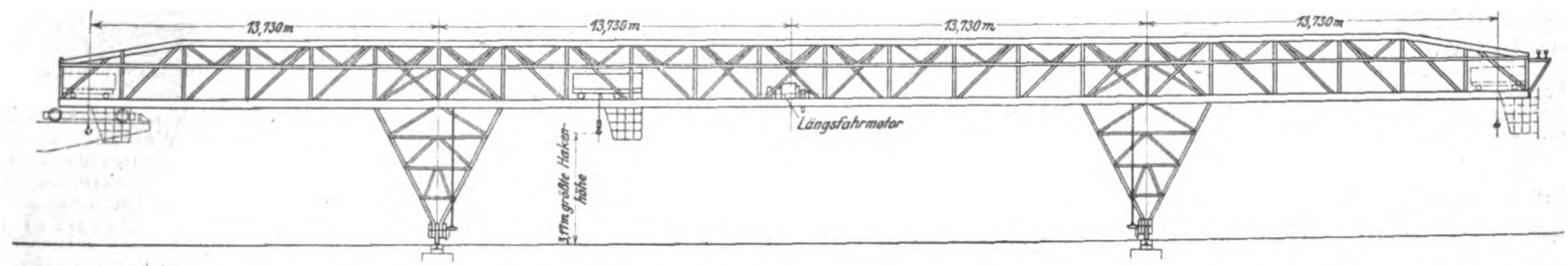


Abb. 1 Elektrisch betriebene Verladebrücke.

Der Längsfahrmotor liegt in der Mitte des Unterträgers der mittleren Öffnung der Brücke und treibt mittels langer, wagerechter und senkrechter Wellen und durch Kegelzahnräder die Laufräder der Verladebrücke an. Er hat eine Stundenleistung von 45 kW bei 675 Umdr/min, wobei die Fahrgeschwindigkeit der Brücke, wie oben angegeben, 91,44 m/min ist. Zum Anhalten der Brücke dient eine selbsttätige magnetische Solenoidbremse.

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Wiederverwertung verbrauchter Taschenlampenbatterien.

Die Zentralstelle zur Bekämpfung von Schwindelfirmen (Lübeck, Parade 1) macht auf die Elektra-Company, Inhaber H. Haußner (Bremen, Wachmannstr. 47), aufmerksam, welche kürzlich in der „Frankfurter Zeitung" ein Inserat folgenden Wortlauts veröffentlichte:

„Werfen Sie keine verbrauchten Taschenlampen-Batterien weg!"
Unser gänzlich neues Verfahren ermöglicht jedem, alte leergebrannte Batterien sofort wieder gebrauchsfäh. zu machen. Auch kraftlose B. brennen sof. w. mit blendend weißem Licht. Gegen Voreinsend. v. ℳ 3.— erfolgt freie Zusendung. Nachnahme ℳ 3.30."
Unterschrift.

Denen, die auf das Angebot eingingen, wurde eine kurze Anweisung übersandt, wie man 5 bis 6 alte Batterien durch Parallelschaltung ihrer Polfahnen als Stromquelle benutzen kann, während sie natürlich erwartet hatten, eine Anleitung zur Wiederbelebung einzelner Batterien zwecks Weiterverwendung in einer Taschenlampe zu erhalten. Die obige Zentralstelle bittet um Material über die genannte Firma und deren Geschäftsgebahren.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

Die 12. ordentliche Mitgliederversammlung findet am Sonnabend, den 16. II. 1918 nachm. 4 Uhr, in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Charlottenburg, Werner-Siemens-Straße 8—12, zu der Gäste willkommen sind, statt. Auf der Tagesordnung stehen folgende Vorträge: Reichenbach, Göttingen: „Die Beziehung der Augenhygiene zur Beleuchtungstechnik". O. Gerhardt, Berlin: „Zur kurvenmäßigen Darstellung der Lichtverteilung".

Allgemeiner Maschinenbau.

Bruch einer Dampfmaschine durch schlechtes Schmieröl.

[Zeitschr. d. Bayer. Rev.-Ver., Bd. 21, S. 199.]

An einer Gleichstrom-Dampfmaschine von 370 kW wurde während des Betriebes der hintere Zylinderdeckel hinausgedrückt. Das verursachte zunächst einiges Kopfzerbrechen wegen der Ursache, weil ein Wasserschlag als ausgeschlossen erachtet werden konnte. Bei näherer Untersuchung stellte sich aber als die Schuld an dem Maschinenbruche die schlechte Beschaffenheit des Zylinderöles (Teeröl) heraus. Die Rückstände dieses dickflüssigen, z. T. auch noch mechanische Verunreinigungen mitführenden Öles brannten zunächst an den Flächen der Zylinder- und Kolbendeckel fest und wuchsen zu immer dicker werdenden festen Krusten an, bis schließlich im hinteren Teile des Zylinders der schädliche Raum ganz ausgefüllt war. Da naturgemäß die sich der Beobachtung entziehenden Krusten auch fernerhin an Dicke zunahmen, kam es mit der Zeit dazu, daß der Kolben an sie anstieß, sie allmählich immer fester zusammenpreßte und schließlich durch ihre Vermittlung den Zylinderdeckel hinausdrückte. Es empfiehlt sich also, bei etwaigen Schlägen der Maschine letztere sofort einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen, um größeren Schäden vorzubeugen. *e*

Verschiedenes.

Preisausschreiben des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Der Verein setzt Geldpreise im Gesamtbetrage von 30 000 M zur allgemeinen Bewerbung öffentlich aus, u. zw. für Erfindungen und Verbesserungen, die für das Eisenbahnwesen von erheblichem Nutzen sind und die baulichen Einrichtungen und deren Unterhaltung, den Bau und die Unterhaltung der Betriebsmittel, die Signal- und Telegrapheneinrichtungen, Stellwerke, Sicherheitsvorrichtungen und sonstige mechanische Einrichtungen, sowie den Betrieb und die Verwaltung der Eisenbahnen betreffen; ferner werden auch hervorragende schriftstellerische Arbeiten aus dem Gebiete des Eisenbahnwesens berücksichtigt. Die Preise werden im Höchstbetrage von 7500 M und im Mindestbetrage von 1500 M verliehen.

Nur solche Erfindungen und Verbesserungen, die ihrer Ausführung nach, und nur solche schriftstellerische Werke, die ihrem Erscheinen nach in die Zeit vom 1. IV. 1913 bis 31. III. 1919 fallen, werden für den Wettbewerb zugelassen. Jede Erfindung oder Verbesserung muß indessen auf einer dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörenden Eisenbahn ausgeführt und der Antrag auf Erteilung eines Preises durch diese Verwaltung unterstützt sein. Gesuche zur Begutachtung oder Erprobung von Erfindungen oder Verbesserungen sind nicht an den Verein, sondern unmittelbar an eine dem Verein angehörende Eisenbahnverwaltung zu richten.

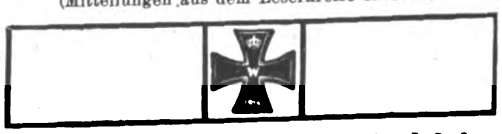
Die Bewerbungen sind während des Zeitraumes vom 1. X. 1918 bis 15. IV. 1919 postfrei an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, Berlin W. 9, Köthener Straße 28/29, zu richten. Die Entscheidung über die Preisbewerbungen erfolgt im Laufe des Jahres 1920.

Ein nordisches Technisches Museum.

Wie das „Zentralblatt der Bauverwaltung" nach der Zeitschrift „Teknisk Ukeblad" 1917, Nr. 46, berichtet, ist in Kristiania die Errichtung eines Technischen Museums geplant, in dem alle Zweige der Technik, wie Eisenbahn-, Wasser-, Wege- und Hochbau, Bergwerke, Wasser- und Wärmekraftmaschinen, Elektrizitätswerke, Fernsprechwesen, Telegraphie, chemische Industrie, Militär- und Flugwesen, Beleuchtung, Schiffahrt usw. berücksichtigt werden sollen.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)



Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:[1])

C. Clément, Oberingenieur der Concordia El. A. G., Düsseldorf und Vizefeldwebel (Eisernes Kreuz II. Kl.).

H. Seiffert, Prokurist, Saarbrücken, u. Zahlmeister-Stellvertreter (Eisernes Kreuz II. Kl.).

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602; 1918, S. 19.

Digitized by Google

Hochschulnachrichten. Der Dozent für Eisenbahnsignal- und Sicherungswesen an der Technischen Hochschule zu Dresden, Finanz- und Baurat H. **Möllering**, wurde zum Honorarprofessor ernannt.

zur Nieden, Diplomingenieur und Direktor der städtischen Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke Barmen, ist von der Stadtverordneten-Versammlung zum Beigeordneten und Stadtbaurat gewählt worden.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die moderne Vorkalkulation in Maschinenfabriken. Handbuch zur Berechnung der Bearbeitungszeiten an Werkzeugmaschinen auf Grund der Laufzeitberechnung nach modernen Durchschnittswerten; für den Gebrauch in der Praxis und an technischen Lehranstalten. Von M. **Siegerist** unter Mitarbeit von F. **Bork**. 2. verm. und verb. Auflage. Mit 20 Abb., 45 Skizzen und 81 Tabellen. XI und 148 S. in 8°. Verlag von M. **Krayn**. Berlin 1917. Preis geb. 5 M.

Daß nach verhältnismäßig so kurzer Zeit — die erste Auflage erschien im April 1915 — bereits eine zweite Auflage nötig wurde, läßt erkennen, daß es den Verfassern gelungen ist, eine bestehende Lücke mit ihrem Buche auszufüllen. Die zweite Auflage ist nicht etwa ein Neudruck, sondern man erkennt das eifrige Bestreben, in dem neuen Buche die gelegentlich der ersten Auflage von der Kritik gemachten Ausstellungen zu berücksichtigen. Wenn auch allerdings jetzt noch auszusetzen ist, daß von graphischen Darstellungen nicht genügend, von Tabellen in etwas zu reichlichem Maße Anwendung gemacht wurde, so ist anderseits nicht zu verkennen, daß unübersichtliche, in der ersten Auflage vorhandene Diagramme in der Neubearbeitung durch übersichtlichere ersetzt worden sind.

Angenehm fällt auf, daß wenigstens ein Teil der Reklamebilder mit Firmenaufdruck verschwunden ist, was dem Buch ein wenig vornehmes Gepräge verlieh; bei der Neuauflage, bei der die Preisfrage nicht mehr die gleiche Rolle spielen kann, wie bei der ersten, hätte dies vollständig vermieden werden können. Besonders gilt das von der Abbildung der Rundschleifmaschine, die bekanntlich wegen des starken Wettbewerbes von seiten der Schnelldrehbank mit ihren hohen Spanleistungen z. Zt. für die Werkstatt kaum in Frage kommt.

Stark erweitert wurden die Tabellen über Schnittgeschwindigkeiten, bei deren Aufstellung gleichzeitig berücksichtigt worden ist, ob für das zu bearbeitende Material Schnellstahl oder gewöhnlicher Werkzeugstahl zur Bearbeitung in Frage kommt. Daß die Zahlen für Bearbeitung von Chromnickelstahl und von Aluminium und seinen Legierungen angefügt wurden, muß als ein Fortschritt bezeichnet werden angesichts der starken Verwendung dieser Baustoffe in der Automobil- und Flugzeugtechnik.

Neu aufgenommen wurden die Revolverbänke, für die gründliche Unterlagen gegeben werden, wenn auch natürlich dieses Kapitel in einem Werke vom Umfange des vorliegenden nicht erschöpfend zu behandeln war.

Daß der Umfang des Buches auf nahezu 3:2, nämlich von 111 auf 148 Seiten zugenommen hat, ist kein Vorteil, zumal gleichzeitig der Preis von 4 auf 5 M gestiegen ist. Teilweise ist dies wohl durch die höheren Preise für Papier und Satzkosten zu erklären, in der Hauptsache aber wohl durch Zunahme der Seitenzahl entstanden. Es ist schade, daß die Verfasser in diesen bei zweiten Auflagen so häufigen Fehler der Arbeit in die Breite statt nur in die Tiefe, verfallen sind.

Alles in allem bedeutet die vorliegende zweite Auflage einen wesentlichen Fortschritt gegenüber der ersten, und das Werkchen kann mit seiner großen Fülle von gutem Zahlenmaterial nicht nur dem Anfänger auf dem Gebiet der Vorkalkulation warm empfohlen werden. Besonders ist darauf hinzuweisen, daß der Gebraucher die sehr beherzigenswerten, im Text reichlich gegebenen Anweisungen zur Benutzung der vorhandenen Tabellen und sonstigen Zahlenwerte eifrig studiert.

E. Toussaint.

HANDELSTEIL.

In Kriegszeiten.

Verkehr mit Treibriemen.[1]) Der Bundesrat bzw. der Reichskanzler haben unterm 17. I. 1918 Bekanntmachungen über den Verkehr mit Treibriemen sowie Ausführungsbestimmungen hierzu erlassen. Es wird hierdurch die Herstellung von Treibriemen, Förderbändern, Rund- und Kordelschnüren, Lederdichtungen, Pumpen, Kupplungs-, Schleif- und anderer Leder für technische Zwecke geregelt. Die erwähnten Lederartikel dürfen künftig nur mit Zustimmung der Riemen-Freigabestelle, Berlin W. 35, Potsdamerstr. 122a/b, hergestellt, verkauft oder sonst in den Verkehr gebracht werden. (Reichsanzeiger Nr. 17. v. 21. I. 1918.)

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich.[2]) Dem Bericht über das am 30. VI. 1917 abgelaufene 22. Geschäftsjahr ist folgendes zu entnehmen: Die Schwierigkeiten, über welche bereits im vorigen Jahre berichtet wurde, haben sich weiter vermehrt und lasten immer drückender auf allen Staaten. Die ungünstige Lage der Werke mit Wärmekraftanlagen dauert fort, und eine erhebliche Verteuerung der Stromerzeugungskosten ist auch für jene Gebiete eingetreten, die eigene Kohlenbergwerke besitzen. Die Knappheit und Verteuerung der Betriebs-, Ersatz- und Baustoffe zwingt vielfach, die Werke in einer Weise auszunutzen, die nicht mehr den guten Regeln der Technik entspricht. Bei den Straßenbahnen machen sich die Folgen der mangelnden Unterhaltung und der Überanstrengung der Einrichtungen schon jetzt fast noch mehr bemerkbar als bei den Elektrizitätswerken, und für beide werden nach dem Kriege besondere und umfassende Instandsetzungsarbeiten nötig werden. Die Zunahme der Unkosten bei Werken und Straßenbahnen ist bei weitem stärker als die hier und da eingetretene Vermehrung der Einnahmen, und auch nach dem Kriege wird noch mit dem teilweisen Fortbestand dieser ungünstigen Verhältnisse zu rechnen sein.

Über die Aussichten der elektrischen Unternehmungen kann bei den sich immer mehr verwickelnden Verhältnissen keine bestimmte Voraussage gemacht werden, doch ist zu hoffen, daß durch Rückgang der Betriebskosten und Steigerung der Stromverkaufspreise, verbunden mit der steigenden Verwendung der elektrischen Energie, im Lauf einiger Jahre, nach Beendigung des Krieges innerlich gesunde und nach richtigen Grundsätzen eingerichtete und geleitete Unternehmungen wieder befriedigende Ergebnisse erzielen werden. Allgemein hat sich auch die Erkenntnis durchgesetzt, daß das Arbeiten kleiner Einzelbetriebe unwirtschaftlich ist und deren Anschluß an bestehende Großwerke im nationalwirtschaftlichen Interesse geboten erscheint.

Der Ertrag aus Anlagen ergab 9,203 Mill. Fr (10,674 i.V.); der aus Zinsen 0,432 Mill. Fr (0,385 i.V.). Die Obligationszinsen beanspruchten 3,948 Mill. Fr (3,733 i.V.). Der Überschuß beträgt 4,052 Mill. Fr (6,462 i.V.); der Reingewinn 3,821 Mill. Fr (6,065 i.V.), aus welchem eine Dividende von 5% (8% i.V.) auf das unveränderte Aktienkapital von 75 Mill. Fr gezahlt werden soll.

Die Bilanz schließt mit 225,015 Mill. Fr (202,090 i.V.) ab und bewertet Aktien und Stammanteile mit 131,620 Mill. Fr (139,580 i.V.), Vorschüsse mit 50,374 Mill. Fr (34,877 i.V.), Syndikatsbeteiligungen mit 2,523 Mill. Fr (2,987 i.V.), Bankguthaben mit 23,648 Mill. Fr (14,918 i.V.), Obligationen mit 84,968 Mill. Fr (84,898 i.V.), Reserven mit 10 Mill. Fr (wie i.V.). Schuldnern und Bürgschaften mit 16,494 Mill. Fr (9,200 i.V.) stehen Gläubiger und Bürgschaften mit 36,404 Mill. Fr (22,713 i.V.) gegenüber. *Mz.*

Firmenverzeichnis.

Rheinische Elektrostahlwerke Schoeller, von Eynern & Co., Bonn. Gesellschafter: R. Schoeller und R. von Eynern, beide in Düren.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Chemische Fabrik Griesheim Elektron, Frankfurt a. M.: um 9 auf 25 Mill. M.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Großenborau (Haftsumme: 700 M, höchste Anteilzahl eines Genossen: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Nottuln (Haftsumme: 300; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Ravenstein (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Österreich-Ungarn. Unter der Firma „Ungarische Elektrizitäts- und Metallgesellschaft A.G." ist in Budapest unter Mitwirkung der Ungarisch-Böhmischen Industrial-Gesellschaft ein neues Unternehmen mit 2 Mill. Kr Kapital gegründet worden, welches die Realitäten der Ersten ungar. Schraubenfabrik A.G. angekauft hat. An dem Unternehmen ist u. a. Herr E. **Lukács**, Eigentümer der elektrotechnischen Fabrik **Blau & Lukács** beteiligt, deren Betrieb an die neue Gesellschaft übergehen dürfte. *Hgn.*

— Die AEG-Union Elektrizitäts-Gesellschaft beantragt eine Kapitalserhöhung um 4 auf 24 Mill. K.

Verschiedene Nachrichten.

Garantien für elektrische Maschinen[1]). Über die Garantieverpflichtungen bei Lieferung elektrischer Maschinen hat sich die Berliner Handelskammer wie folgt geäußert:

Die Garantie für Lieferung elektrischer Maschinen ist seitens der Vereinigung der Deutschen Elektrizitätsfirmen eine gemeinsame und erstreckt sich für Maschinen, die in der Friedenszeit hergestellt wurden, auf die Dauer eines Jahres, und für Maschinen, welche während der Kriegszeit unter Verwendung von Ersatzmetallen hergestellt wurden, auf die Dauer eines Halbjahres. Der Wortlaut der Garantieklausel für Maschinen mit Kupferwicklung in Friedensausführung ist folgender:

„Für alle gelieferten Maschinen und Apparate übernehmen wir eine Garantie derart, daß wir die Teile, die nachweislich infolge schlechten Materials, fehlerhafter Konstruktion oder mangelhafter Ausführung unbrauchbar oder schadhaft werden, baldmöglichst auf unsere Kosten durch Beseitigung der Mängel in einen brauchbaren Zustand bringen bzw. dafür unentgeltlich Ersatz leisten. Diese Verpflichtung übernehmen wir auf die Dauer eines Jahres, von der Lieferung an gerechnet; für Lieferungen, die für Tag- und Nachtbetriebe bestimmt sind, auf die Dauer von 6 Monaten; diese Garantie tritt an Stelle der gesetzlichen Gewährleistung (§§ 477, 638 BGB.) und bezieht sich nicht auf den Ersatz von Teilen, die einem natürlichen Verschleiß unterliegen; etwa ersetzte Teile werden unser Eigentum."

Für Maschinen unter Verwendung von Ersatzmetallen ist der Wortlaut der Garantieklausel folgender: „Wir übernehmen für die von uns gelieferten Maschinen eine Garantie auf die Dauer von höchstens einem halben Jahr nach Lieferung in der Weise, daß wir uns verpflichten, innerhalb dieser Zeit nachweislich infolge schlechten Materials, fehlerhafter Konstruktion oder mangelhafter Ausführung unbrauchbar oder schadhaft werdende Teile baldmöglichst unentgeltlich zu ersetzen oder die Teile wieder herzustellen. Die Kosten für Demontage, Verpackung, Transport und Wiedermontage der beschädigten Gegenstände werden zu Selbstkosten berechnet; bei Reparatur an Ort und Stelle die Reisekosten des Monteurs und dessen Mehrbezüge gegenüber seinen Bezügen in der Fabrik."

Verband der Deutschen Beleuchtungskörper-Fabrikanten zur Wahrung gemeinsamer Interessen e. V., Charlottenburg. Die Geschäftsstelle des Verbandes befindet sich seit 1. I. 1918 in Berlin, Neuenburger Straße 27, bei dem Vorsitzenden Herrn **Brendel** (in Firma Brendel & Loewig).

Elektrische Glühlampenfabrik Watt A. G. Die Österreichische Länderbank, die im Jahre 1913 die Glühlampenfabrik Watt in eine Aktiengesellschaft umgewandelt hat, verkaufte ihre Aktien an ein Syndikat, dem neben Banken die Vereinigte Elektrizitäts-A. G. angehört. Dadurch kommt die Firma „Watt", eine der ältesten, seit 20 Jahren bestehenden österreichischen Glühlampenfabriken, in engste Verbindung mit der Vereinigten Glühlampen- und Elektrizitäts-A. G., Budapest, die seinerzeit von der Firma Egger gegründet wurde, in den gleichen Konzern gehört und die Tungsramlampen herstellt. Die Firma Watt erzeugt außer Metalldrahtlampen, die sie auf Grund eines Lizenzabkommens nach den Patenten des Konzerns deutscher Glühlampenfabriken herstellt, auch Röntgenröhren. *Hgn.*

[1]) Vgl. „ETZ" 1917 S. 200.
[2]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1916, S. 720.

[1]) Nach „Mitteilungen der Handelskammer zu Berlin" 1917, S. 414.

Abschluß des Heftes: 4. Februar 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 14. Februar 1918.** **Heft 7.**

Grenze der Reichweitenvergrößerung durch Pupinspulen.

Von Dr. H. Jordan, Berlin-Karlshorst.

Übersicht. Die Beziehungen zwischen den Grundeigenschaften der Fernsprechleitungen und der spezifischen Dämpfung und die Ausdrücke für diejenige induktive Belastung, die für eine gegebene Leitung die kleinste Dämpfung ergibt, werden so umgestaltet, daß der Einfluß der Spulenkonstante und der Verlustwinkel des Dielektrikums hervortritt. In dieser Form wird das Verhältnis der spezifischen Dämpfungen der unbelasteten und günstigst belasteten Leitungen gebildet, das der Grenze für die Vergrößerung der Reichweite gleichzusetzen ist.

Diese größten erreichbaren Verbesserungsfaktoren $\overline{f}$ (Gl. (15) für Kabel, Gl. (25) für Freileitungen) werden allein bestimmt durch die Spulenkonstante und durch den Verlustwinkel des Leitungsdielektrikums.

Die Sprechverständigung einer langen, gleichförmigen Fernsprechleitung kann bekanntlich durch Belastung der Leitung mit in Spulen zusammengefaßten Induktivitäten erheblich verbessert werden. Die Vergrößerung der Reichweiten einer gegebenen Leitung kann durch Vermehrung der Induktivität aber nur bis zu einer Grenze gesteigert werden, die durch die Ableitung der Leitung und durch den Widerstand der Spulen bestimmt wird.[1]) Höhere Belastungen würden dem gegenüber die Sprechverständigung verschlechtern, also kleinere Reichweiten ergeben. Hier handelt es sich darum, den bekannten Gleichungen der Bedingungen für die günstigste Belastung eine Form zu geben, die unmittelbar die Verbesserung hervortreten läßt, die bei einer Leitung gegebener Eigenschaften erreichbar ist. Das Ergebnis dieser Umformung dürfte seiner Einfachheit und Übersichtlichkeit wegen von Interesse sein.

Aus den allgemeinen Feldgleichungen ergibt sich bekanntlich die spezifische Dämpfung einer gleichförmigen Leitung mit dem Widerstand R, der Induktivität L, der Kapazität C und der Ableitung G, alle Werte bezogen auf 1 km für die Frequenz ω in der Form:

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2}} \sqrt{-(\omega^2 C L - G R) + \sqrt{(\omega^2 L^2 + R^2)(\omega^2 C^2 + G^2)}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

Dieser Ausdruck kann unter Berücksichtigung besonderer Zahlenverhältnisse einfacher gestaltet werden. Insbesondere ergeben sich für verschwindende Ableitung und Induktivität

$$\beta_0 = \sqrt{\frac{R \omega C}{2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

und für große Induktivitäten bei Berücksichtigung der Ableitung

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad . \quad . \quad (3$$

(3) zeigt die Möglichkeit der Verminderung der Dämpfung einer Leitung gegebenen Widerstandes und gegebener Kapazität durch Vermehrung der Induktivität, soweit das zweite Glied[2]), das die Ableitung enthält, nicht in Frage kommt. Dies bewirkt, daß β nur bis zu einem Grenzwert der Induktivität abnimmt, mit noch höherer Belastung wieder wächst. Die Vergrößerung der Induktivität in den erforderlichen Beträgen ist nur durch Einfügen von Spulen möglich und somit mit einer Erhöhung des Widerstandes verbunden. Für die Belastung durch einzelne Spulen gilt die Rechnung mit der entsprechenden, gleichförmig verteilten Induktivität, wenn der Gesamtwert der Induktivität auf eine genügende Zahl von Spulen verteilt wird. Die Rechnung setzt also nur voraus, daß für die als gleichförmig berechnete Belastung die vorgeschriebene Unterteilung eingehalten wird. Wegen des unvermeidbaren Widerstandes der Spulen wird für eine gegebene Leitung die Bedingung für die Belastung, die zur kleinsten erreichbaren spezifischen Dämpfung, also der größten Reichweite führt, noch abhängig vom Spulenwiderstand. Es sind also die Anteile der Leitung und der Spulen zu trennen. Zunächst werde die Induktivität der Leitung als klein angenommen, so daß für die unbelastete Leitung Gl. (2) gilt, wie dies für Kabelleitungen zutrifft.

Bereits bei Gelegenheit einer Übersicht über die Eigenschaften der gebräuchlichen Fernsprech-Kabelleitungen[1]) wurden zur Gliederung der allgemeinen Formel (1) die Größen

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{R}{\omega L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4a$$

und

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{G}{\omega C} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4b$$

eingeführt. Hierbei ist δ der Verlustwinkel des Dielektrikums des Kabels, also unabhängig von dem Bau der Leitung, für Leitungen mit gleichem Dielektrikum gleich und zudem für die Dielektrika, die für Fernsprechkabel verwendet werden, nur wenig veränderlich mit der Frequenz. Die Einführung des Phasenwinkels ε wird nahegelegt durch die Symmetrie in den Gleichungen. Als Winkel bedeutet ε die Abweichung von $\frac{\pi}{2}$ des Phasenwinkels ε zwischen Strom und Spannung bei Kurzschlußmessung an einem kurzen (gleichförmig belastet gedachten) Stück der Leitung, wie δ die entsprechende Abweichung von $\frac{\pi}{2}$ bei Leerlaufmessung darstellt. Die Erfahrung hatte bereits dazu geführt, daß nur Stoffe mit kleinem Verlustwinkel δ verwandt wurden. Hohe Belastungen werden geradezu nach dem Wert des Winkels ε zu beurteilen sein. Die Gl. (3) ist bereits aus (1) unter der Voraussetzung abgeleitet, daß das Quadrat von ε und δ klein ist gegen 1. Die Einführung dieser beiden Phasenwinkel ergibt[2])

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} \left(1 + \frac{\delta}{\varepsilon}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

In dieser Form tritt hervor, daß der Einfluß der dielektrischen Verluste zur Geltung kommt, wenn mit der Belastung ein Phasenwinkel ε von gleicher Größenordnung wie δ erreicht wird. Bei gegebenem Dielektrikum tritt dies mit abnehmendem Widerstand schon bei geringeren Belastungen ein.

Es soll nun getrennt werden zwischen Kabel- und Spuleneigenschaften, um hervortreten zu lassen, welche Anforderungen an die Spulen zu stellen sind bei gegebenen Kabelleitungen.

Es ist also der Phasenwinkel

$$\varepsilon_s = \frac{R_s}{\omega L_s} = \frac{1}{\omega \tau} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

der Spulen einzuführen, wobei R_s und L_s die wirksamen Werte von Widerstand und Induktivität der Spulen bezeichnen. Gewöhnlich hat man zur Kennzeichnung der Spulen die Zeitkonstante $\tau = L_s/R_s$ verwandt. Es seien jetzt R_s und $L = L_s$ die auf 1 km der Leitung bezogenen Werte, womit der Wert von ε_s sich nicht ändert. Dann läßt sich von dem Gesamtwiderstand R der Widerstand R_l der Kabelleitung abtrennen durch

$$R = R_l + \varepsilon_s \omega L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

Dies führt die Gl. (5) unter Berücksichtigung von (4a) über in die Gleichung:

$$\beta = \frac{\sqrt{C}}{2} \left(\frac{R_l}{\sqrt{L}} + \omega \sqrt{L} (\varepsilon_s + \delta) \right), \quad . \quad (8$$

die sich zur Bestimmung des Minimums von β bezüglich L eignet. Führt man noch entsprechend (6) den Phasenwinkel

$$\varepsilon_l = \frac{R_l}{\omega L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9$$

ein, der sich ergeben würde, wenn die Belastung des gegebenen Kabels ohne Vergrößerung des Widerstandes ausgeführt werden könnte, so wird schließlich:

$$\beta = \frac{R_l}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} \left(1 + \frac{\varepsilon_s + \delta}{\varepsilon_l}\right) = \beta_l \left(1 + \frac{\varepsilon_s + \delta}{\varepsilon_l}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (10$$

Hierbei tritt vor die Klammer der Wert β_l der spezifischen Dämpfung β, der erreicht würde, wenn man der Leitung vom Widerstand R und der Kapazität C die Induktivität L erteilen könnte, ohne den Widerstand zu erhöhen und bei verschwindend kleinen Verlusten im Dielektrikum. Der Einfluß dieser zusätzlichen Verluste ist in der Klammer enthalten. Durch die Zerlegung wird gegenüber der Gleichung (5) hervorgehoben, daß, wenn man von den gegebenen Kabeleigenschaften ausgeht, noch der Phasenwinkel ε_s der Spulen neben dem Verlustwinkel auftritt. Der Einfluß wird gemessen an dem idealen Verlustwinkel ε_l und tritt also mit dessen Herabsetzung mehr und mehr hervor. Die Induktivität $\overline{L}$, die den kleinsten Wert von β für ein Kabel gegebenen Widerstandes, gegebenen Verlustwinkels δ und für Spulen mit dem Winkel ε_s ergibt, folgt aus (8) in der Form

$$\overline{L} = \frac{R_l}{\omega (\varepsilon_s + \delta)} \quad . \quad . \quad . \quad (11$$

Es ist dann also:

$$\varepsilon_l = \varepsilon_s + \delta \quad . \quad . \quad . \quad (12$$

Damit wird:

$$\overline{\beta} = 2 \beta_l = R \sqrt{\frac{C}{L}} \quad . \quad . \quad . \quad (13$$

[1]) Lüschen, „ETZ“ 1913, S. 31.
[2]) Breisig, „ETZ“ 1901, S. 1047.

[1]) Jordan, „ETZ“ 1916, S. 31.
[2]) Jordan, „ETZ“ 1916, S. 48, Gl. (7).

Digitized by Google

Beachtet man, daß die Vermehrung der Belastung gleichbedeutend ist mit der Herabsetzung der Phasenabweichung ε_l, so sagt (12) aus, daß die Herabsetzung nur Vorteile bringt bis zu einem Wert des Winkels ε_l (für die ideale Belastung), der gleich der Summe der Verlustwinkel der Spule und des Kabeldielektrikums ist. (13) sagt aus, daß die ideale Belastung mit der gleichen Induktivität $\overline{L}$ dann die doppelte Wirkung, nämlich die halbe spezifische Dämpfung ergeben würde. Die günstigsten Verhältnisse ergeben sich also, wenn die Dämpfung zur Hälfte vom Leitungswiderstand, zur Hälfte von den Verlusten im Kabeldielektrikum und in den Spulen herrühren.

Es ist ferner ersichtlich, daß jede der Größen ε_s und δ für sich bereits zu der Bedingung für eine günstigste Belastung führen würde. Stehen also etwa nur Spulen zur Verfügung, deren Phasenwinkel ε_s groß ist gegenüber δ, so bestimmen sie allein schon eine günstigste Belastung.

Setzt man schließlich noch den Wert $\overline{L}$ aus (11) in (13) ein, so ergibt sich

$$\overline{\beta} = \sqrt{R_l\, \omega\, C(\varepsilon_s + \delta)} \quad . \quad . \quad . \quad (14$$

Gilt allgemein β für eine belastete Leitung, deren spezifische Dämpfung β_0 ohne Belastung durch (8) gegeben ist, so erhält man in beiden Fällen gleiche Sprechverständigung für Strecken der Länge l und l_0, wenn $\beta_0 l_0 = \beta l$ ist. Unabhängig von der besonderen Festsetzung über das Maß βl für die ausreichende Sprechverständigung ist jedenfalls

$$f = l/l_0 = \beta_0/\beta$$

das Maß für die Vergrößerung der Reichweite. Es ergibt sich also als Grenze für die Reichweitenvergrößerung

$$\overline{f} = \frac{\beta_0}{\overline{\beta}} = \sqrt{\frac{1}{2(\varepsilon_s + \delta)}} \quad . \quad . \quad . \quad (15$$

Die Grenze für die erreichbare Vergrößerung der Reichweite ist allein bestimmt durch die Summe der Verlustwinkel der Spulen und des Kabeldielektrikums, also für alle Kabelleitungen mit gleicher Isolationsart gleich und für diese nur noch beeinflußbar durch den Wert der Spulenkonstanten. Widerstand und Kapazität der Leiter spielen dabei keine Rolle.

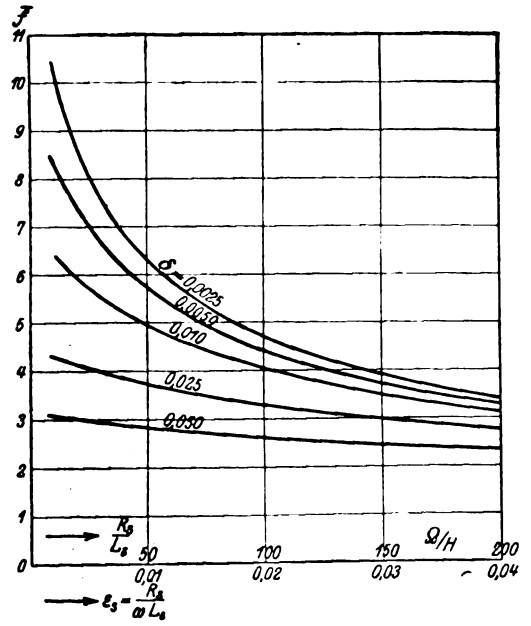


Abb. 1. Höchstwerte $\overline{f}$ des Verbesserungsfaktors $f = \frac{\beta_0}{\beta} = \frac{\overline{l}}{l_0}$ für spulenbelastete Fernsprech-Kabelleitungen.

$\overline{l}$ Reichweite bei günstigster Belastung.
l_0 Reichweite der unbelasteten Leitung.
$\delta = \frac{G}{\omega C}$ Verlustwinkel des Leitungsdielektrikums.
$\varepsilon_s = \frac{R_s}{\omega L_s}$ Phasenwinkel der Spulen.
R_s Spulenwiderstand.
L_s Spuleninduktivität.

Einen Überblick über die in Frage kommenden Zahlenwerte gibt Abb. 1. Man erkennt beispielsweise, daß selbst mit ziemlich geringwertigen Mitteln durch Belastung die dreifache Reichweite erzielt werden kann.

Bei der Herleitung von (10) war angenommen, daß die gesamte Induktivität von den Spulen herrührte. Dies ist nur für die Kabelleitungen zulässig, wegen des verhältnismäßig kleinen Wertes der Induktivität der Leitungen.

Während bei kurzen Kabelleitungen der Kurzschlußstrom sehr nahe in Phase ist mit der Spannung, kann der Phasenwinkel bei Freileitungen je nach der Bauart beträchtliche Werte annehmen. Die Abweichung ε_0 von $\frac{\pi}{2}$ ist gegeben durch

$$e_0 = \operatorname{tg} \varepsilon_0 = \frac{R_l}{\omega L_l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16$$

wo R_L und L_l sich auf die unbelastete Leitung beziehen. Da die Winkel ε_0 nicht durchweg klein sind, ist der Wert e_0 der Tangente in den Formeln zu führen. Die Induktivität L der belasteten Leitung zerfällt nach

$$L = L_l + L_s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17$$

Zur Herleitung des günstigsten Wertes ist

$$R = R_l + R_s = R_l + \varepsilon_s\, \omega\, (L - L_l) \quad .$$

in die aus (5) entsprechend (8) gebildete Gleichung:

$$\beta = \frac{1}{2} \sqrt{C} \left(\frac{R}{\sqrt{L}} + \delta\, \omega \sqrt{L} \right) \quad . \quad (18$$

einzuführen, also zu schreiben:

$$\beta = \frac{1}{2} \sqrt{C} \left(\frac{R_l - \varepsilon_s\, \omega\, L_l}{\sqrt{L}} + \omega\, (\delta + \varepsilon_s) \sqrt{L} \right) \quad (19$$

Entsprechend (11) wird β zu einem Minimum für die Gesamtinduktivität

$$\overline{L} = \frac{R_l - \varepsilon_s\, \omega\, L_l}{\omega\, (\varepsilon_s + \delta)} = \frac{R_l}{\omega\, (\varepsilon_s + \delta)} \left(1 - \frac{\varepsilon_s}{e_0} \right) . \quad (20$$

Als Winkelbedingung wird daraus, entsprechend (12), geschrieben:

$$\frac{R_l}{\omega\, \overline{L}} = \overline{\varepsilon_l} = \frac{\varepsilon_l + \delta}{1 - \frac{\varepsilon_s}{e_0}} \quad . \quad . \quad (21$$

Der zugehörige Wert $\overline{\beta}$ von β ergibt sich durch Einsetzen von $\overline{L}$ in (19) unter Berücksichtigung von (21) zu:

$$\overline{\beta} = R_l \sqrt{\frac{C}{\overline{L}}} \left(1 - \frac{\varepsilon_s}{e_0} \right) \quad . \quad . \quad . \quad (21$$

und bei Einführung des Wertes von $\overline{L}$

$$\overline{\beta} = \sqrt{R_l\, \omega\, C(\varepsilon_s + \delta) \left(1 - \frac{\varepsilon_s}{e_0} \right)} . \quad . \quad (23$$

Für die unbelasteten Freileitungen kann je kleiner e_0 ist, um so genauer gesetzt werden

$$\beta_0 = \frac{R_l}{2} \sqrt{\frac{C}{L_l}} = \frac{1}{2} \sqrt{R_l\, \omega\, C\, e_0} . \quad (24$$

Dann ergibt sich als Grenzwert der Vergrößerung der Reichweite durch Spulen mit der Phasenkonstante ε_s

$$\overline{f} = \frac{\beta_0}{\overline{\beta}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{e_0}{(\varepsilon + \delta) \left(1 - \frac{\varepsilon_s}{e_0} \right)}} \quad . \quad . \quad (25$$

Rechnungsmäßig ergeben sich also für die günstigste Belastung von Leitungen mit merklicher Induktivität ähnliche Beziehungen, wie für die Leitungen mit verschwindend kleiner Induktivität. Die kleinste, erreichbare Dämpfung ist nach (21) wieder doppelt so groß, als wenn die Leitung ohne zusätzliche Verluste bis zum gleichen Betrage $\overline{L}$ der Induktivität belastet würde, da für ε_s/e_0 nur kleine Werte in Frage kommen.

Der größte erreichbare Wert $\overline{f}$ des Verbesserungsfaktors f zeigt sich wieder unabhängig von Kapazität und Widerstand der Leitung. Unter der Wurzel tritt noch im Zähler die Tangente der Phasenabweichung der Leitung auf. Je kleiner diese ist, je mehr sich also der verbessernde Einfluß der Induktivität der Leitung selbst bereits bemerkbar macht, desto geringer ist die Verbesserung, die noch erzielt werden kann bei vorgeschriebenen Werten von ε_s und δ. Schon rechnerisch ist jedoch das Ergebnis bezüglich der Verbesserung von Freileitungen, die als einzige Leitungen mit merklicher Induktivität in Frage kommen, nicht von der gleichen Bedeutung wie die entsprechende Rechnung für Kabel.

Die Gl. (24) für die spezifische Dämpfung der unbelasteten Leitungen gilt z. T. nur angenähert, nämlich nur für Leitungen kleinen Widerstandes, also etwa für Bronzeleitungen über 3 mm Leiterdurchmesser, und kann als einigermaßen brauchbare Annäherung gelten bis zu $e_0 = \frac{R_l}{\varepsilon_0 L_l} = 0{,}5$ hinauf.

Für Werte um 1 herum[1]) lassen sich keine einfachen Näherungsformeln angeben.

Bei Freileitungen verliert außerdem die Rechnung mit dem Verlustwinkel δ ihre einfache Bedeutung, da die Verluste ihren Sitz in den Isolatoren haben und mit dem Feuchtigkeitszustand zeitlich und örtlich starken Schwankungen unterworfen sind. Es werden daher Überlegungen erforderlich, wie man bei der Wahl der Belastung den möglichen geringen und hohen Werten der Ableitung am besten gleichzeitig gerecht wird. Hierauf hat bereits Lüschen[2]) bei Herleitung der Bedingung für die günstigste Belastung eingehend hingewiesen.

Die Ausdrücke (15) und (25) für die größtmöglichen Verbesserungsfaktoren gestatten eine schnelle Übersicht beim Entwerfen von belasteten Leitungen oder von Belastungen für schon bestehende Leitungen.

Aus Widerstand, Kapazität und gegebenenfalls Induktivität sind nach (2) oder (24) die Reichweiten l der Leitungen selbst für eine vorgeschriebene Höchstdämpfung $\beta_0 l$ bekannt. Die Gl. (15) oder (25) erlauben dann sofort, anzugeben, wie weit man mit Rücksicht auf die Kosten die Reichweite vergrößern kann durch geeignete Wahl der Spulenkonstanten. Ebenso einfach lassen sie die Anforderungen erkennen, die man an den Verlustwinkel des Dielektrikums zu stellen hat. Als besonderer Vorteil ist dabei anzusehen, daß in diese Überlegungen die Leitungseigenschaften nicht mehr eingehen.

Werden für die Wahl der Belastung andere Gesichtspunkte als die Reichweite — etwa die Charakteristik maßgebend, und bleibt man daher unter der Belastung höchster Reichweite, so gelten die Ausdrücke (15) und (25) naturgemäß nicht mehr, dürften aber auch für diese Fälle bei nicht allzugroßen Abweichungen einen erwünschten Anhalt bieten.

Die Ausmessung der elektrostatischen Felder von Isolatoren nach dem Elektrolytverfahren.

Von Dr.-Ing. W. Estorff.

(Fortsetzung von S. 55.)

1. Die Felder eines Hängeisolators einfachster Form im Mittel gleicher Dichte.

Um die folgenden grundsätzlichen Untersuchungen über die Isolatorenfelder nach Möglichkeit einfach zu gestalten, wurde zunächst ein Mittel von gleichbleibender Dielektrizitätskonstante vorausgesetzt und den Armaturen die einfache Form kreisrunder Metallscheiben

[1]) Jordan, „ETZ“ 1916, S. 48.
[2]) Lüschen, a. a. O.

Digitized by Google

gegeben. Im vorliegenden Falle wurde ein Isolator von 4 Gliedern der Untersuchung zugrunde gelegt, so daß die Abb. 4 den Längs-

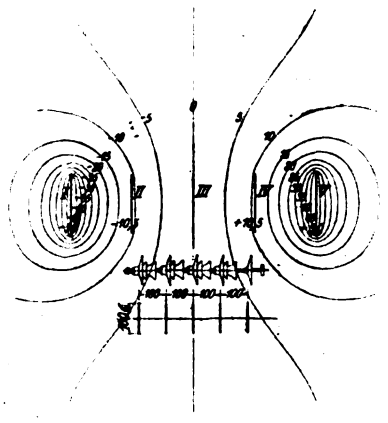


Abb. 4. Feld eines Hängeisolators einfachster Form aus 4 Gliedern mit 5 gleich großen Kreisplattenarmaturen. Darunter Schema des Aufbaues. $C = 1{,}616$ cm.

schnitt durch eine Kette von 4 derartigen Isolatoren mit 5 Metallplatten als Armaturen darstellt. Vergleichsweise ist in die Abbildung ein entsprechender Hängeisolator eingezeichnet. Die Endplatten werden zwangläufig auf die gleichen aber entgegengesetzten Potentialwerte + 50 und − 50 gebracht. Das Elektrolytverfahren erlaubt nun, die Lage der Niveauflächen nach der Zahlentafel 1 aufzunehmen und durch Anlegen der Sonde an die Metallplatten deren Potentialwert aus den Widerständen R_1 und R_2 im Schaltbilde Abb. 2 festzustellen. Man erhält auf diese Weise die zwischen den einzelnen Platten herrschenden Potentialdifferenzen und die Beanspruchungen des Isoliermittels in jedem Punkte des Feldes. Die Niveauflächen von + 50 bis 0 umschließen, wie die Abb. 4 erkennen läßt, die eine Außenplatte, die von 0 bis − 50 die andere. Die Fläche mit dem Potential 0, die als „Grenzfläche" keine der beiden Endplatten umschließt, stellt die Symmetrieebene des Isolators dar. Alle Flächen sind als Rotationskörper um die senkrecht zu dieser Fläche durch die Kette gehende Achse zu denken.

Die Messung der Potentiale der einzelnen Platten ergab:

Platte	Potential
I . . .	− 50
II . . .	− 10,5
III . . .	0
IV . . .	+ 10,5
V . . .	+ 50

Dementsprechend ergeben sich folgende Potentialdifferenzen zwischen den einzelnen Platten:

Zwischen den Platten	Potentialdifferenz	
I und II . .	39,5%	der Gesamtspannung der Kette
II „ III . .	10,5%	
III „ IV . .	10,5%	
IV „ V . .	39,5%	

Augenscheinlich nehmen die Platten II, III und IV die Potentiale derjenigen Niveauflächen an, die dort herrschen würden, wenn die Platten nicht anwesend wären. Die Metallplatten bedingen allerdings eine kleine Störung, da sie die ihnen entsprechenden Flächen in ihrer Ausdehnung zu Ebenen umgestalten. Von entscheidender Bedeutung für die Feldgestaltung sind jedoch nur die beiden Endplatten. Die Kapazität der vorliegenden Anordnung wurde für Luft von $\varepsilon = 1$, wie oben beschrieben, durch eine Widerstandsmessung im Elektrolyten erhalten; sie betrug 1,616 cm (*ESE*).

In der Beanspruchung der einzelnen Isolatoren — hierunter sei der von einem Mittel der Dichte 1 erfüllte Raum zwischen zwei benachbarten Platten verstanden — bestehen nach obigen Messungen grobe Mißverhältnisse. Man hat versucht, dieser ungleichmäßigen Potentialverteilung auf verschiedene Weise zu begegnen; die wesentlichsten dieser Maßnahmen, die alle auf eine Homogenisierung des Feldes hinzielen, seien hier durch Anwendung des Elektrolytmeßverfahrens beleuchtet. Die offenbar gesündeste Abhilfe gegen das Zusammendrängen der Äquipotentialflächen um die Endelektroden der Kette dürfte in der Anwendung von Endarmaturen liegen, die ein möglichst homogenes Feld bedingen. Die Praxis hat die Endglieder der Kette mit Metallschirmen ausgerüstet. Unserer vereinfachten Ausführung entsprechen in diesem Falle

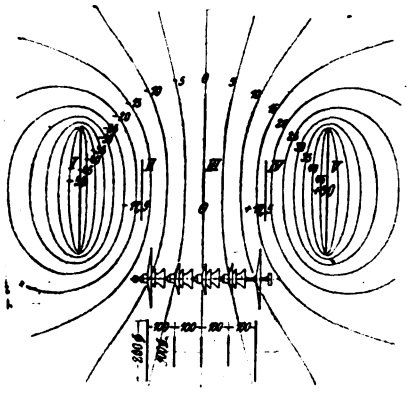


Abb. 5. Feld eines Hängeisolators mit vergrößerten Endarmaturen. Darunter Schema des Aufbaues. $C = 2{,}96$ cm.

Endplatten vom doppelten Durchmesser der mittleren Platten. Abb. 5 gibt diese Anordnung unter sonst gleichen Voraussetzungen wie oben wieder. Die Feldverteilung erhellt aus der Beaufschlagung der Einzelglieder:

Zwischen den Platten	Potentialdifferenz	
I und II . .	32,5%	der Gesamtspannung der Kette
II „ III . .	17,5%	
III „ IV . .	17,5%	
IV „ V . .	32,5%	

Die Beanspruchung der inneren Glieder ist gegen Abb. 4 bedeutend vergrößert und damit sind die Außenglieder entlastet. Der Vorteil ist aber, wie eine Kapazitätsmessung zeigt, durch eine Erhöhung der Gesamtkapazität der Kette erkauft worden. Denn auf den vergrößerten Endplatten muß eine gegen den vorigen Fall vergrößerte Anzahl Kraftlinien münden und eine Verringerung des dielektrischen Widerstandes zur Folge haben. Die Kapazität der Anordnung Abb. 5 beträgt $C = 2{,}96$ cm (*ESE*).

Man hat ferner vorgeschlagen, den äußeren Gliedern der Kette eines Hängeisolators höhere Kapazitäten zu geben, um auf diese Weise die Potentialverteilung gleichmäßiger zu gestalten. Praktisch erreichte man die verschiedene Größe der Kapazität entweder durch Wahl anderer Arten oder bei Verwendung derselben Art durch verschiedene Kopfwandstärken. Da die Vergrößerung der Kapazität mit der Verringerung des dielektrischen Widerstandes gleichbedeutend ist, läßt sich bei dem Elektrolytmeßverfahren der entsprechende Erfolg dadurch erreichen, daß man zu den überlasteten Gliedern der Kette Ohmsche Widerstände parallel schaltet. Im vorliegenden Spezialfalle wurden die Platten II und IV mit gummiisolierten Zuleitungen versehen und dann zwischen die Platten I und II, IV und V ein Parallelwiderstand von je 44 Ω geschaltet, durch den die Potentiale der Platten II und IV künstlich auf ihren Idealwert + 25 bzw. − 25 gebracht wurden. Abb. 6 läßt den Erfolg dieser Maßnahme erkennen. Es wurde keine allgemeine Veränderung des Feldes zwischen den Endplatten I und V erzielt, sondern nur eine „interne" Verbesserung. Während bei Abb. 4 die Flächen mit dem Potential + 10 bzw. − 10 noch gerade die Platten II bzw. IV umschlossen, werden in Abb. 6 diese Platten noch von den Äquipotentialflächen 15 und 20 bzw. − 15 und − 20 umfaßt und weisen die Potentiale + 24,38 bzw. − 24,38 auf. Die Beanspruchung der Einzelglieder ist also tatsächlich nahezu gleich; die Wahl der Parallelwiderstände

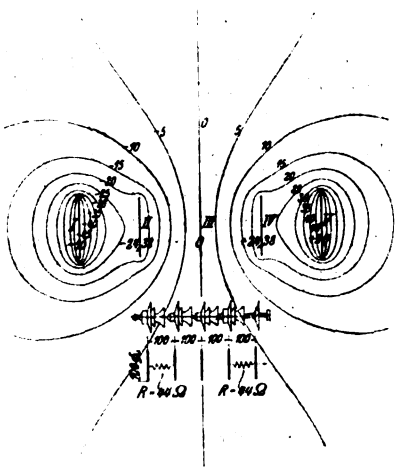


Abb. 6. Feld eines Hängeisolators mit gleich großen Armaturen, aber erhöhter Kapazität der Endglieder. Darunter Schema des Aufbaues.

war in diesem Sinne erfolgt. Trotzdem die Plattenpotentiale gleichmäßig verteilt sind, ist das Feldbild noch lange nicht homogen geworden. Man ersieht aus Abb. 6, daß für das erste Glimmen und die Entladung über die ganze Kette nicht die gleichmäßige Beaufschlagung der Einzelglieder allein maßgebend ist, sondern die Felddichte an den beiden Endplatten, die sich gegen Abb. 4 nur unwesentlich geändert hat. Im vorher angeführten Falle mit den vergrößerten Endplatten war in der Tat eine derartige Verbesserung des Feldes erzielt. Ähnliche Verhältnisse trifft man bei der Kugelfunkenstrecke an. Je größer der Kugeldurchmesser gewählt wird, um so höher liegen bei gleicher Schlagweite die Anfangs- und die Funkenspannung zwischen beiden Kugeln. Bei unendlich großem Durchmesser wird das Feld homogen, und man kann das Auftreten des ersten Glimmens, das hier mit der Funkenspannung gleichbedeutend ist, bei einer Beanspruchung der Luft von 21 kV/cm erwarten. Die durch Abb. 6 gekennzeichnete Beeinflussung der Feldverteilung wird in praktischen Fällen kaum die erhöhten Kosten verschieden geformter Glieder beim Isolatorenersatz und der Lagerhaltung wettmachen.

Es besteht die Möglichkeit, beide obengenannten Beeinflussungen miteinander zu verbinden. Abb. 7 zeigt die Kette mit Endplatten

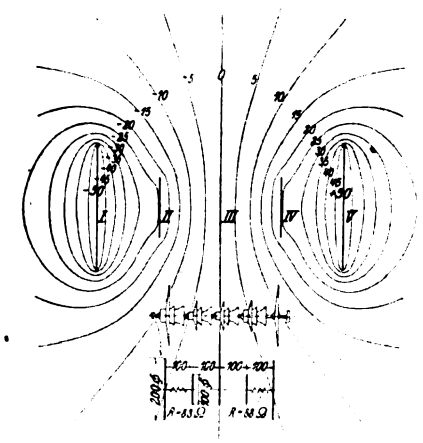


Abb. 7. Feld eines Hängeisolators mit vergrößerten Endarmaturen und erhöhter Kapazität der Endglieder. Darunter Schema des Aufbaues. $C = 3{,}13$ cm.

von doppeltem Durchmesser, außerdem aber Parallelwiderstände, die die Plattenpotentiale symmetrisch gestalten sollen. Die Verzerrung des inneren Feldbildes ist nicht mehr so augenfällig wie bei Abb. 6. Zu den Platten I und II, IV und V brauchten nur halb so große Kapazitäten, also im Elektrolyten doppelt so große Widerstände parallelgeschaltet zu werden, nämlich je 88 Ω. Die Kapazität der Kette wurde

Digitized by Google

hierdurch auf $C = 3{,}13$ cm (*ESE*) erhöht. Die erhöhte Felddichte an den Rändern der Außenplatten wurde wohlbemerkt auch in diesem Falle nur wenig durch die Parallelwiderstände gemildert.

Einer weiteren Maßnahme zur Beeinflussung des Feldes sei hier gedacht. Um die Entladungen von den Porzellanteilen fernzuhalten, bediente man sich teilweise der Schutzkörbe. Diese dienten jedoch oft den Vögeln zu Ruhepunkten, die dann Störungen einleiteten, und wurden meist wieder verlassen. Es ist von Interesse, das Feld bei einer ähnlichen Anordnung kennen zu lernen. Abb. 8 zeigt zwei

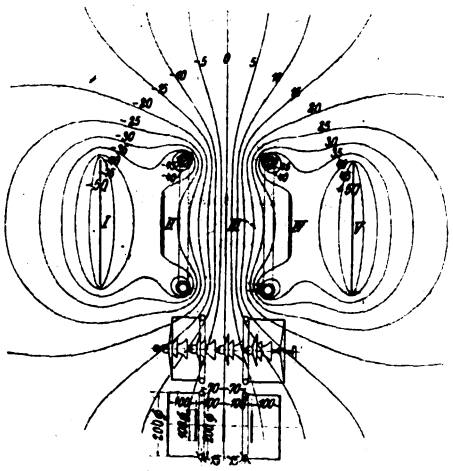


Abb. 8. Feld eines Hängeisolators mit vergrößerten Endarmaturen und Schutzringen.
Darunter Schema des Aufbaues. $C = 6{,}06$ cm.

Schutzringe, die allerdings übertrieben dicht aneinander gerückt sind, wie man sie praktisch schon wegen der Überschlagsspannung nie ausführen würde. Die Endplatten haben hierbei wieder den doppelten Durchmesser der Innenplatten. Das Feld zwischen den Platten I und II, IV und V ist auffällig schwach geworden, dafür haben sich die Äquipotentialflächen stark um die Ringe zusammengedrängt. Die Fläche mit dem Potential $+35$ bzw. -35 umfaßt Ringe und Endplatten. Die Niveauflächen zwischen den Innenplatten liegen dicht nebeneinander, neben der mittleren Platte ist das Feld homogen zu nennen. Es ist demnach nicht ausgeschlossen, durch geeignete Form und Lage der Ringe einen bemerkenswerten Einfluß auf die Homogenität des Feldes zu erzielen und damit das Isoliermittel vollwertiger auszunutzen. Die mit den Endplatten verbundenen Ringe erhöhen die Kapazität der Anordnung auf $C = 6{,}06$ cm (*ESE*).

Den wiedergegebenen Messungen wurden gleiche, aber entgegengesetzte Potentiale der Endplatten zugrunde gelegt, wie sie in der Praxis nicht auftreten. An der einen Endplatte wird immer die Leitung hängen, sie wird

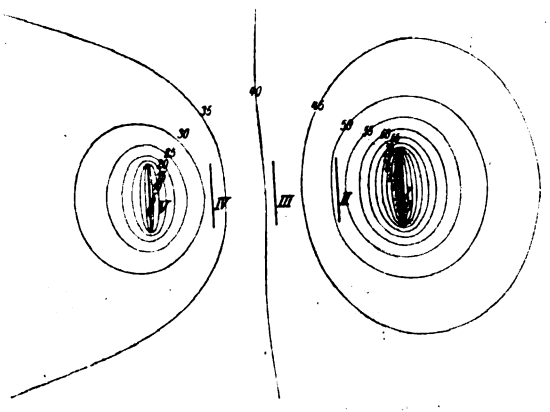


Abb. 9. Feld eines Hängeisolators mit gleich großen Armaturen, einseitig geerdet nach Schaltbild Abb. 2, rechts oben.

also im Sinne der obigen Ausführungen das Potential 100 haben, während die andere am geerdeten Leitungsmaste hängt, also das Potential der Erde, 0, haben wird. Eine letzte Aufnahme (Abb. 9) soll den Einfluß dieser Anordnung auf das Feld zeigen. Die Höhe der Masten über Erde ist zumal für hohe Spannungen, für die der Hängeisolator wirtschaftlich ist, beträchtlich und kann mit etwa 15 bis 20 m angenommen werden. Da ein Behälter von derartigen Abmessungen nicht zur Verfügung stand, mußte der Einfluß der Erde in dieser Entfernung in anderer Weise nachgeahmt werden. Es wurde dabei von folgender Erwägung ausgegangen. Die Kapazität der Kette gegen Erde muß um so größer sein, je kleiner die Aufhängehöhe ist. Die Kapazität wird bei Höhen von wenigen Dezimetern einen beträchtlichen Wert aufweisen, der mit wachsender Entfernung vom Erdboden asymptotisch dem Endwert bei Aufhängung im freien Raume zustrebt. Es wurde daher in die Wanne eine ihren ganzen Querschnitt einnehmende Metallplatte eingeführt und am einen Ende der Wanne befestigt (Abb. 2, rechts oben). Nun wurde die dieser Erdplatte zugewendete Endplatte der Kette mit dem einen Pol, die andere Endplatte mit der Erdplatte und dem anderen Pol der Wechselstromquelle verbunden und der Widerstand zwischen beiden in Funktion des Abstandes der leitungstragenden Endplatte zur Erdplatte bestimmt. Es ergab sich die oben gekennzeichnete Kurve, aus der durch Extrapolation der Widerstand R_e für etwa 15 bis 20 m Masthöhe erhalten wurde. Entsprechend Abb. 2, rechts oben, wurde dann die am Mast hängende Platte unmittelbar mit dem einen Pol der Stromquelle verbunden, die Erdplatte dagegen über den oben ermittelten Zusatzwiderstand R_e, in unserem Falle einen Stöpselwiderstand, bildlich fortgerückt. Es war auf diese Weise möglich, ein, wenn auch durch die endliche Behältergröße gestörtes, so doch einigermaßen den Tatsachen entsprechendes Bild der Äquipotentialflächen zu erhalten.

Bei den Aufnahmen mit symmetrischer Potentialverteilung und Versuchsanordnung bildete die 0-Fläche gleichzeitig die „Grenzfläche", d. h. die ungeschlossene Fläche zwischen beiden Elektroden, während alle anderen Niveauflächen teils die eine, teils die andere Endelektrode umschlossen. Im vorliegenden Falle hatte die Grenzfläche etwa das Potential 40. Das Potential der Grenzfläche kennzeichnet in gewisser Weise den Grad der Ebenmäßigkeit des Feldes.

Abb. 9 sagt zwar bezüglich der Potentialverteilung an der Kette nichts neues, gestattet jedoch, die obigen Überlegungen sinngemäß auf die praktisch auftretenden Fälle zu übertragen. Die Beaufschlagung der Glieder ist um so größer, je näher sie der Leitung liegen. Eine Verbesserung des Feldes könnte man daher durch eine Vergrößerung der mit der Leitung verbundenen Elektrode erreichen. Tatsächlich hat man versucht, diese Verbesserung durch Anbringen eines Schirmes unterhalb des letzten Kettengliedes auszuführen, wie es z. B. die Abb. 5 angibt.

Wohlbemerkt gibt die zuletzt geschilderte Versuchsanordnung die praktisch auftretende Feldverteilung nur in roher Annäherung wieder. Abgesehen von der Störung durch die endliche Größe der Wanne fehlt die Einwirkung des geerdeten Gittermastes, den man gewissermaßen als einen Teil der oberen geerdeten Armatur betrachten muß. Es steht fest, daß dieser letztere Umstand die Potentialverteilung gegenüber der Aufnahme Abb. 9 weiterhin verschlechtern wird. Im übrigen wird durch den Einfluß des Mastes die Symmetrie des Feldes um die Längsachse des Isolators, die bei allen Aufnahmen vorausgesetzt war, gestört werden. Ein derartiges Feldbild wird sich nicht als Längsschnitt durch einen Rotationskörper, wie die vorliegenden Bilder wiedergeben lassen, sondern die Aufzeichnung verschiedener Querschnitte des entstehenden Niveauflächengebildes erfordern. Für die höchste Beanspruchung der Luft um den Hängeisolator wird wahrscheinlich die Potentialverteilung auf der dem Mast zugewendeten Seite maßgebend sein.

Oft werden unterhalb der Ketten noch Traversen für Schutznetze oder weitere Leitungen angeordnet, so daß dann infolge der großen Nähe geerdeter Teile das Feld des Isolators noch wesentlich ungünstiger aussehen wird, indem die Niveauflächen noch stärker um die unterste Kettenarmatur zusammengedrängt werden.

Im Vorstehenden wurden die Maßnahmen zur Verbesserung des Feldes an Hand der streng vereinfachten Grundformen des Hängeisolators dargestellt. Es wurden die Armaturen plattenförmig und ein Dielektrikum von überall gleicher Dichte vorausgesetzt. Wollte man die Ergebnisse dieser Untersuchung auf praktische Fälle übertragen, so müßte man noch weitere Einschränkungen für die Gültigkeit der obigen Betrachtungen treffen. So gilt die Feldverteilung nur für den trockenen Isolator, nicht aber für den von Regen benetzten. Die mehr oder minder große Leitfähigkeit der benetzten Flächen des Porzellans könnte nur roh im Elektrolytverfahren nachgeahmt werden. Die Gestalt der Elektroden wird durch die Wasserbenetzung vergrößert, der Überschlagsweg hingegen verkleinert anzunehmen sein. Hier sind demnach die Grenzen für die Anwendung des Elektrolytverfahrens gezogen. Eine zweite Einschränkung bezieht sich darauf, daß die Felder wahrscheinlich nur solange den wiedergegebenen ähnlich sind, als keine Glimmererscheinungen in der Luft auftreten. Es ist sicher, daß innerhalb der Koronaerscheinungen der Spannungsabfall von der jeweiligen Polarität abhängt[1]), wahrscheinlich aber bedeutend kleiner als im nichtglimmenden Dielektrikum ist und daher die Strahlung einem Schutzmantel bzw. einer Abrundung stark gefährdeter Punkte des Feldes, wie den Plattenrändern bei den obigen Aufnahmen, gleichkommt. Da schon vor dem Sichtbarwerden des Glimmens für das menschliche Auge unsichtbare Strahlen mit Quarzlinse und photographischer Platte nachgewiesen sind, die sich auch durch Ozonbildung bemerkbar machen, dürfte die Veränderung des Feldbildes auch kurz vor dem Einsetzen des Glimmens schon bei niedrigeren Spannungen auftreten. Auf alle Fälle weiß man, daß der glimmende Punkt durch das Glimmen eine Art Selbstschutz erfährt.

Daß der Regen die Überschlagsspannung nicht immer herabzusetzen braucht, sondern unter Umständen die Ursache einer höheren Überschlagsspannung sein kann, ist von Hängeisolatoren mit vielen Gliedern her bekannt. Über die Oberflächen der einzelnen Isolatoren fließt durch die dünne Wasserhaut ein Strom, längs dessen Bahn eine gleichmäßige Potentialverteilung herrschen würde, wenn man von dem Einfluß des elektrostatischen Feldes absieht. Dieser Strom eilt dem Verschiebungsstrom um 90^0 nach.

2. Der Hängeisolator unter Berücksichtigung der höheren Dielektrizitätskonstanten der Glieder.

Den grundsätzlich einfachen Formen des Isolators im Mittel von gleicher Dichte, die soeben betrachtet wurden, sollen im folgenden einige Untersuchungen gegenübergestellt werden, die trotz ihrer einfachen Formen sich den praktischen Verhältnissen erheblich mehr nähern. Das Dielektrikum von der Dichte ε muß im Elektrolyten, wie schon festgestellt, durch ein ε-mal so gut wie dieser leitendes Mittel dargestellt werden. In der praktischen Herstellung eines homogenen Stoffes, der diese Bedingungen erfüllt, liegen erhebliche Schwierigkeiten. Versuche, einen Stoff von der gewünschten Eigenschaft ausfindig zu machen, kosteten mehr Zeit und Mühe als die eigentlichen

[1]) Aufnahmen der Leuchterscheinungen durch die stroboskopische Scheibe zeigen das typische Bild einer Gleichstromentladung.

Digitized by Google

Versuche. Schließlich wurde eine Mischung von Graphit und Zement verwendet, trotzdem die erzielbare Gleichmäßigkeit des Gefüges mancherlei zu wünschen übrig ließ. Nach sorgfältigem Mischen im abgestimmten Gewichtsverhältnis wurde die Mischung durch ein feines Sieb getrieben, um Unreinigkeiten zurückzuhalten. Das Sieben mußte jedoch mit Vorsicht ausgeübt werden, um nicht die Körper auf diese Weise infolge ihres verschiedenen spezifischen Gewichtes zu trennen. Der Versuch, aus einer großen Anzahl Probestäbe eine Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes vom prozentualen Graphitgehalt zu ermitteln, führte zu keinem brauchbaren Ergebnis. Die Körper, die eine befriedigende Festigkeit aufwiesen, vermehrten bald, vermutlich infolge von Verwitterungserscheinungen an der Oberfläche ihren Widerstand, so daß aus diesen Probestabmessungen die widersprechendsten Ergebnisse erzielt werden konnten, je nachdem die Endflächen vorher frisch beschliffen wurden oder nicht. Auch schien sich der Widerstand der Graphit-Zement-Mischung mit der Zeit zu ändern. Neben dieser Mischung wurden Platten für die Versuche verwendet, welche Herr Dr. Egli von der Firma Gebr. Siemens, Lichtenberg, in entgegenkommender Weise aus Kohle herstellte. Da es nicht gelang, völlig symmetrische Bilder der Niveauflächen zu erhalten, wurden diese Bilder teilweise mehrmals aufgenommen und übereinander gelagert, um die kleinen Ungleichmäßigkeiten des Materials der Platten auszugleichen. Nur das resultierende Bild wurde in der Zeichnung wiedergegeben.

Als Isolatoren wurden Platten von 20 mm Dicke und 175 mm Durchmesser angenommen. Als End- und Zwischenarmaturen dienten runde Metallplatten von 3 mm Dicke und 57 mm Durchmesser, die durch Messingrohre von 20 mm Durchmesser miteinander verbunden waren, so daß die Gesamtlänge eines Zwischenstückes 80 mm betrug. Die Metallkörper wurden für die Versuche versilbert, um sie gegen Angriffe des Elektrolyten widerstandsfähiger zu machen. Da das gelieferte Widerstandsmaterial etwa 80-mal so gut wie gewöhnliches Leitungswasser leitete, erwies sich eine „Abstimmung" des Elektrolyten erforderlich, um eine dem Porzellan entsprechende Leitfähigkeit der Kohleplatten zu erreichen. Durch Zusetzen von 0,825% *Na Cl* zum Leitungswasser wurde eine mittlere Leitfähigkeit des Elektrolyten erreicht, die für die vorliegenden Versuche 3,4-mal geringer als die der benutzten Platten war. Die Bestimmung der „Dielektrizitätskonstanten" der Kohleplatten im übertragenen Sinne geschah mit dem in Abb. 10 wiedergegebenen Apparat.

In ein gut paraffiniertes, kreisrund ausgedrehtes Holzgefäß wurde die Kohleplatte eingelegt. Mit der Unterseite ruhte sie auf einer versilberten Kreisplattenelektrode. Auf die Oberseite der Kohleplatte wurde eine zweite versilberte Platte vom gleichen Durchmesser wie die untere gelegt, dann folgten einige Distanzstücke aus Hartgummi von gleicher Länge wie die Dicke der Kohleplatte, wie Abb. 10 zeigt, und darauf wurde wieder

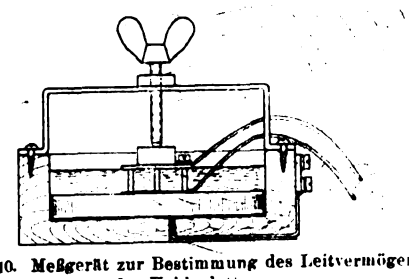


Abb. 10. Meßgerät zur Bestimmung des Leitvermögens der Kohleplatten.

eine versilberte Elektrodenplatte gelegt. Das ganze System wurde durch Schraubendruck zusammengehalten. Nun wurde in das Holzgefäß eine Probe des Elektrolyten eingegossen, so daß er mit der Oberfläche gerade die oberste versilberte Plattenelektrode berührte. Es konnten auf diese Weise der Widerstand zweier gleich dicker Schichten von gleichen Abmessungen, die eine aus Kohle, die andere aus dem verwendeten Elektrolyten, miteinander verglichen werden. Es mußte sich, wenn das Leitvermögen des Elektrolyten $\varepsilon = 1$ gesetzt wurde, die „Dielektrizitätskonstante" der Kohle ergeben aus dem Verhältnis:

$$\frac{\text{Widerstand des Elektrolyten}}{\text{Widerstand der Kohle}}$$

Nach diesen vorbereitenden Untersuchungen konnte zu den eigentlichen Aufnahmen der Feldbilder für eine bis zu sieben Platten geschritten werden. Eine größere Anzahl Platten unterzubringen, erlaubte die verwendete Wanne nicht. Die Halterung der Platten ist am besten aus dem Lichtbild Abb. 11 ersichtlich. Drei 18 mm starke Glasstäbe trugen mit paraffinierten Eichenholzhaltern, die durch kräftigen Federdruck die Metallzwischenstücke gegen die Kohleplatten preßten, die Scheiben. Es wurden drei Stäbe gewählt, um einen leichten Zugang für die Meßsonde des Pantographen zu ermöglichen. Für die Aufnahme der Äquipotentialflächen war die Schaltung Abb. 2 und die Zahlentafel 1 maßgebend.

Im allgemeinen wurden die Äquipotentialflächen in Stufen von 2,5% des Potentialunterschiedes zwischen den beiden äußeren metallenen Leitern aufgenommen. Nur dicht in der Nähe dieser Leiter mußte darauf verzichtet werden, die Flächen in dieser Abstufung aufzunehmen, da die zeichnerische Wiedergabe Schwierigkeiten bereitete. Es wurden daher die Flächen zwischen + 50 und + 30, zwischen − 50 und − 30 in Stufen von 5% wiedergegeben, wie die Zahlentafel 1 zeigt. Bei der Aufnahme des Feldes einer einzigen Platte, Abb. 12, mußte sogar mit Rücksicht auf die

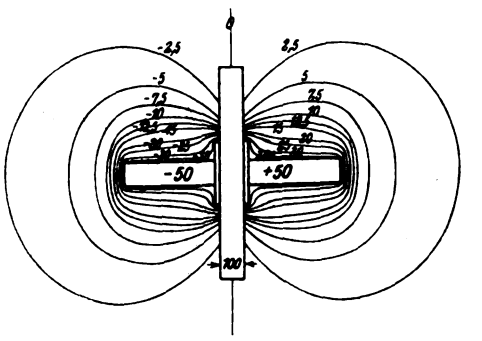


Abb. 12. Hängeisolator, $\varepsilon = 3{,}4$. 1 Glied. $C = 10{,}7$ cm.

Deutlichkeit der Darstellung noch weiter gegangen werden, und es wurde zwischen den Flächen + 50 und + 15, zwischen − 15 und − 50 die 5%ige Stufung gewählt.

Die Äquipotentialflächen stellen abgeschlossene Rotationskörper dar. Der Verlauf der Flächen innerhalb der Platten wurde nur bei Abb. 17 wiedergegeben, doch kann man aus den Abb. 12 bis 18 den Schluß ziehen, daß an den Rändern der auf den Platten liegenden

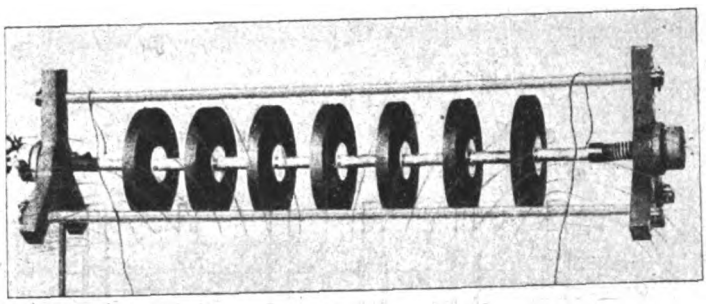


Abb. 11. Aufbau und Halterung der Kohleplatten mit Armaturen, die zur Aufnahme der folgenden Feldbilder dienten.

Kreiselektroden auch innerhalb der Platten ein beträchtliche Feldstärke herrschen muß. Da später bei den Hochspannungsversuchen der Hängeisolator nur bis zur Anfangsspannung, bei der die Luft zu glimmen beginnt, beansprucht werden soll, weiß man jedenfalls, daß

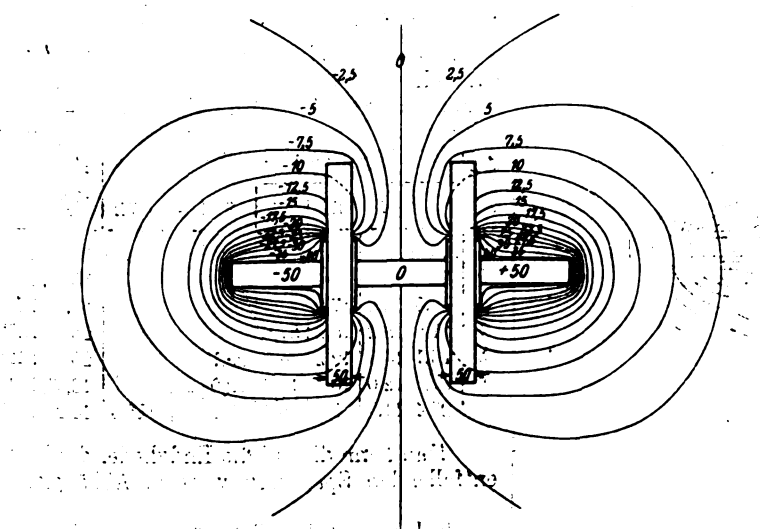


Abb. 13. Hängeisolator, $\varepsilon = 3{,}4$. 2 Glieder. $C = 11{,}07$ cm.

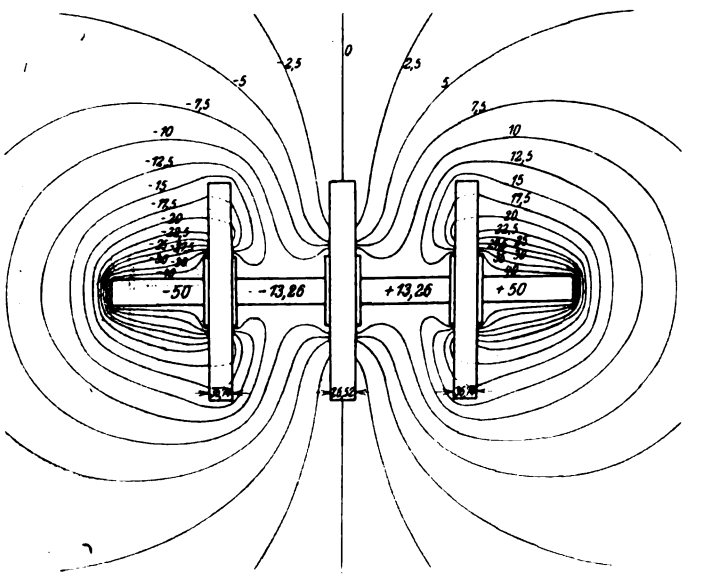


Abb. 14. Hängeisolator $\varepsilon = 3{,}4$. 3 Glieder. $C = 8{,}52$ cm.

Digitized by Google

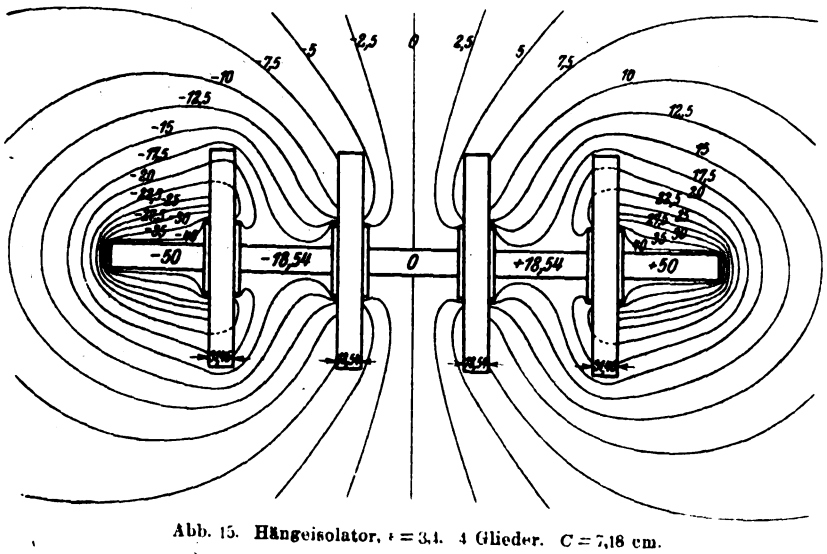


Abb. 15. Hängeisolator, $\varepsilon = 3{,}4$. 4 Glieder. $C = 7{,}18$ cm.

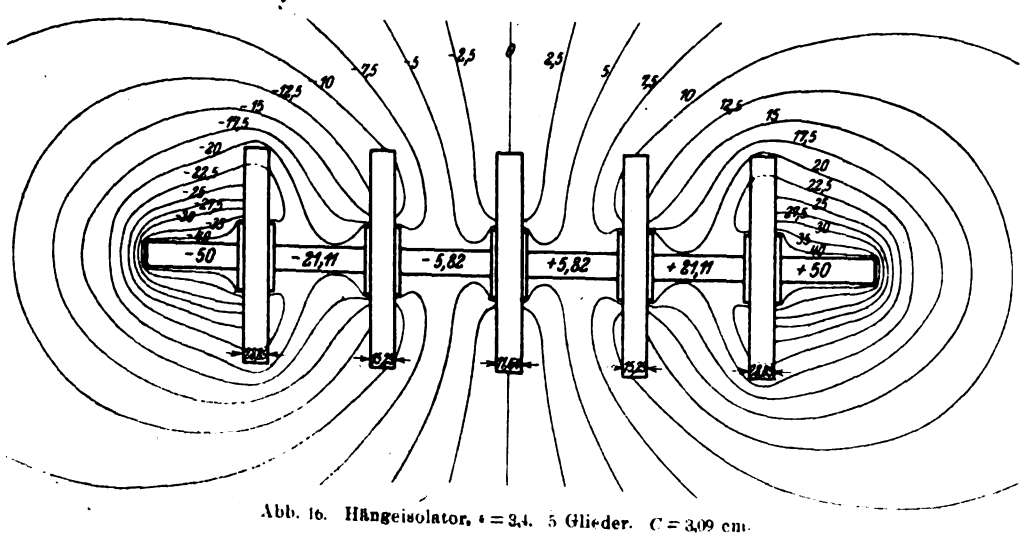


Abb. 16. Hängeisolator, $\varepsilon = 3{,}4$. 5 Glieder. $C = 3{,}09$ cm.

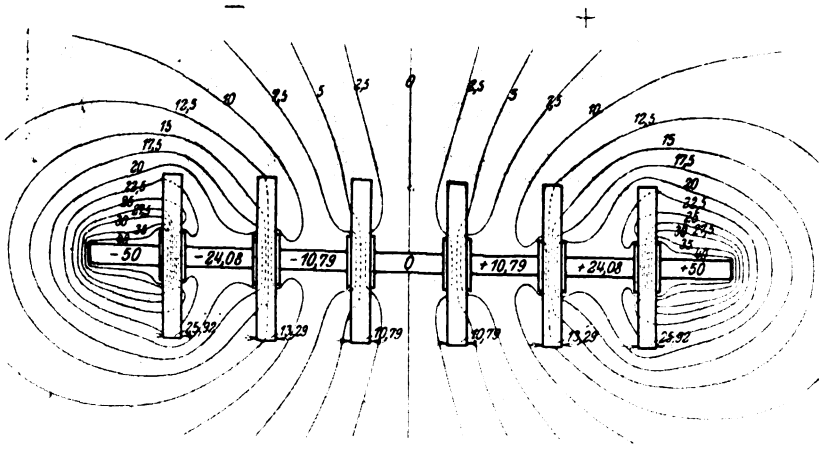


Abb. 17. Hängeisolator, $\varepsilon = 3{,}4$. 6 Glieder. $C = 2{,}45$ cm.
Bei den Potentialangaben links von der 0-Fläche ist das negative Vorzeichen zu ergänzen

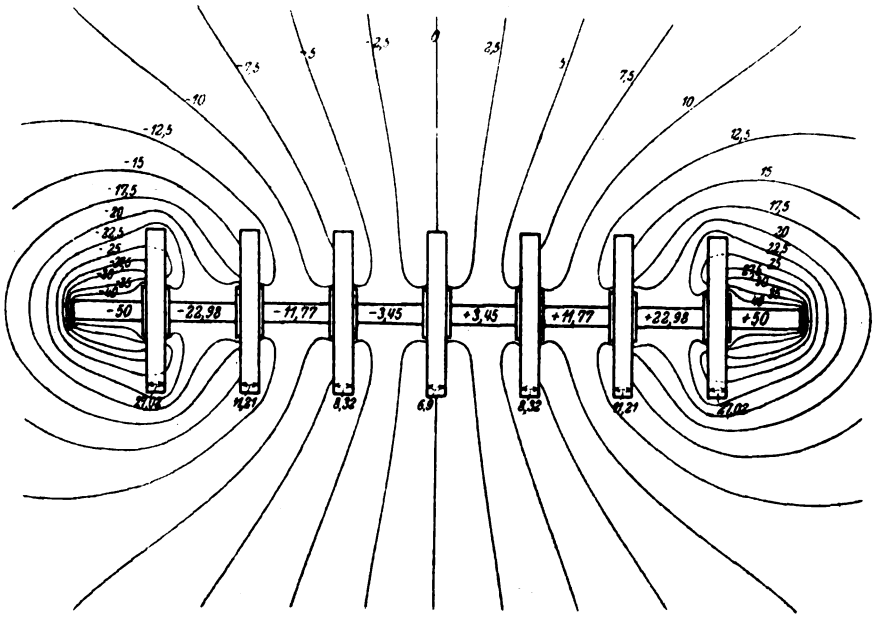


Abb. 18. Hängeisolator, $\varepsilon = 3{,}4$. 7 Glieder. $C = 2{,}14$ cm.

die Beanspruchung des Dielektrikums der Platten weit unter ihrem kritischen Wert der Festigkeit des Porzellans liegen wird. Nach Abb. 19 kann man die Potentialverteilung auf dem kürzesten Luftwege zwischen den beiden Plattenelektroden, auf dem erfahrungsgemäß der Überschlag erfolgt, auftragen. Man erhält in Abb. 19, Schaulinie 1, den einen Ast dieser Kurve. Da der andere Ast das getreue Spiegelbild des ersteren darstellt, konnte er fortgelassen werden. Die Potentialverteilung auf dem Überschlagswege zeigt ein ganz ähnliches Aussehen, wie die zwischen parallelen Zylindern und Kugeln. Man darf daher erwarten, daß die Festigkeit der Luft für diese Anordnung wesentlich höher als im homogenen Felde — 21 kV/cm — liegt. Man erhält die maximale Feldstärke an den Elektroden aus der ersten Derivierten des Potentials nach dem Elektrodenabstand, indem man die Tangente an diese Kurve im Nullpunkt legt. Die vorstehenden Operationen sind nun für verschiedene Gliederzahlen durchgeführt. Abb. 19 zeigt die Potentialverteilungen auf den Überschlagswegen für 1 bis 7 Glieder, bei der gleichen Potentialdifferenz 100. Als Überschlagsweg wurde immer der kürzeste Weg in Luft zwischen den beiden Endelektroden angesehen. Bei allen Kurven bemerkt man dicht an den Endelektroden einen außerordentlich steilen Anstieg, ein scharf ausgeprägtes Knie und darauf einen praktisch gradlinigen Verlauf bis zur Symmetrieebene des Isolators.[1]) Aus den Tangenten der Kurven im Nullpunkt erhält man in Abb. 20 die Abhängigkeit der maximalen Feldstärke von der Gliederzahl der Kette für die Potentialdifferenz 100. Die Feldstärke, für $\varepsilon = 1$ gleichbedeutend mit dem Potentialgefälle, beträgt bei nur einem Gliede 85% der Kettenspannung auf 1 cm und sinkt bei 9 Gliedern (die Werte für 8 und 9 Glieder wurden extrapoliert) auf 25% auf 1 cm. Es soll auf diese Kurve später zurückgekommen werden.

Die Abb. 12 bis 18 gestatten einen wichtigen Einblick in die aus der Feldgestaltung sich ergebende Beaufschlagung der einzelnen Glieder der Kette. Bei den Elektrolytmessungen wurden die Potentiale der zwischen den Platten liegenden Metallstücke jedesmal bestimmt. In den Abb. 12 bis 18 sind die auf die einzelnen Platten entfallenden Spannungen angegeben und in Zahlentafel 2 für $\varepsilon = 5{,}3$ zusammengestellt. Für $\varepsilon = 5{,}3$ wurden nur die Potentiale der Zwischenstücke bestimmt, nicht aber die Lage der Niveauflächen aufgenommen. Man erkennt aus den Abb. 12 bis 18 und Zahlentafel 2 sowie den in Abb. 24 eingetragenen Werten für die Spannungen am ersten Gliede, daß der Einfluß der verschiedenen Dielektrizitätskonstanten ein ziemlich geringfügiger ist. Die Verschiedenheit der Dielektrizitätskonstanten wurde in beiden Fällen durch verschiedene Konzentration der *Na Cl*-Lösung des Elektrolyten erreicht und mit dem Apparat nach Abb. 10 ermittelt.

Zahlentafel 2. Die Spannung an den einzelnen Gliedern der Kette bei verschiedener Gliederzahl für $\varepsilon = 5{,}3$.

Gliederzahl	Spannung am Isolator Nr.							Ideelle Spannung	f
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
1	100	.	.	.	.	.	.	100	1
2	50	50	.	.	.	.	.	50	1
3	37,0	26,0	37,0	.	.	.	.	33,3	1,11
4	31,8	18,2	18,2	31,8	.	.	.	25	1,275
5	29,1	14,8	12,2	14,8	29,1	.	.	20	1,455
6	27,3	12,0	10,7	10,7	12,0	27,3	.	16,67	1,64
7	25,4	11,3	9,1	8,4	9,1	11,3	25,4	14,29	1,775

Man kann die auf die Endglieder der Kette entfallenden Spannungswerte in Abhängigkeit

[1]) Die Potentialverteilung auf dem Überschlagswege in Abb. 12 gibt gleichzeitig eine Erklärung der Gleitfunkenbildung.

Digitized by Google

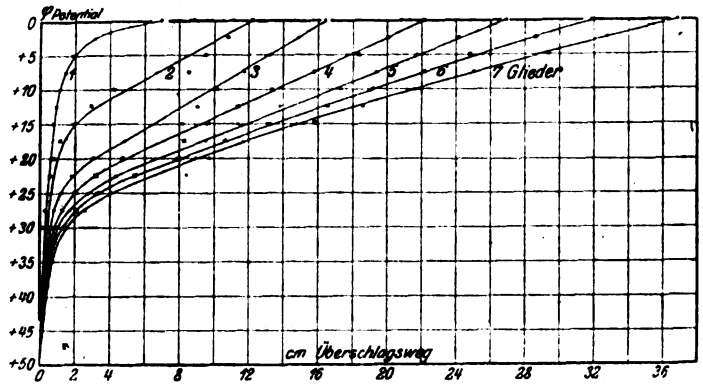


Abb. 19. Potentialverteilung auf dem Überschlagswege einer Kette von Hängeisolatoren für verschiedene Gliederzahlen. Der symmetrische zweite Ast der Kurven ist fortgelassen. $\varepsilon = 3{,}4$.

von der Gliederzahl als Schaulinie auftragen (Abb. 24), und sie den ideellen Werten gegenüberstellen, die einer gleichmäßigen Potentialverteilung entsprechen. Während die letzteren eine Hyperbel darstellen, die für die Gliederzahl ∞ asymptotisch dem Nullwerte zustrebt, erkennt man, daß die wirkliche Beauf-

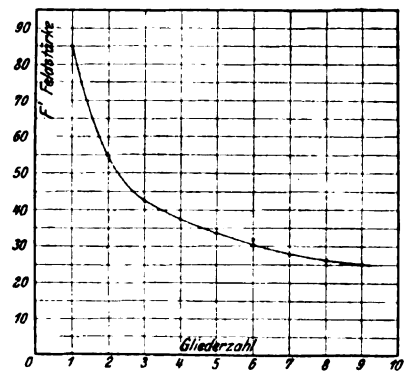


Abb. 20. Feldstärke F'' am ersten Gliede der Kette bei $V = 100$ für verschiedene Gliederzahlen. $\varepsilon = 3{,}4$.

schlagung des ersten Gliedes, wie sie aus den Elektrolytmessungen hervorgeht, einem wesentlich höher liegenden Werte zustrebt, der bei etwa 28 liegen mag. Man sieht bereits, daß eine Vergrößerung der Gliederzahl über ein gewisses Maß hinaus fragwürdig erscheinen muß. Bildet man den Quotienten $\frac{\text{wirkliche}}{\text{ideelle}}$ Spannung am ersten Gliede, so erhält man eine steil ansteigende Kurve, aus der man entnehmen kann, daß bei etwa 7 bis 8 Gliedern die wirkliche Spannung bereits das Doppelte der ideellen erreicht. Der obige Quotient ist von

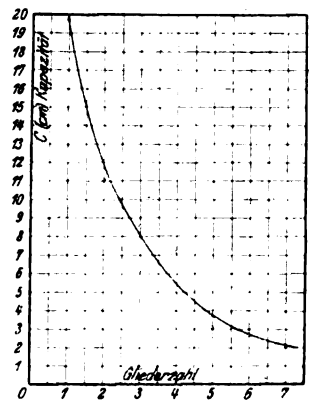


Abb. 21. Kapazität der Kette für verschiedene Gliederzahlen. $\varepsilon = 3{,}4$.

den Amerikanern in wenig treffender Weise als „Wirkungsgrad der Kette" gekennzeichnet worden.

Gleichzeitig mit der Bestimmung der Potentialverteilung wurde die Bestimmung der Kettenkapazität aus Widerstandsmessungen für die verschiedenen Gliederzahlen durchgeführt und in Abb. 21 eingetragen. Der Umrechnungsfaktor wurde oben als Beispiel ausgerechnet und betrug $c = 5{,}63$. Es war die Kapazität $C = \frac{c}{R_3}$. Sie nimmt mit zunehmender Gliederzahl stark ab und nähert sich bei großer Gliederzahl einem konstanten Grenzwert, ähnlich wie die Kapazität zweier Kugeln in Abhängigkeit ihres Abstandes.

(Schluß folgt.)

Eine neue graphische Darstellung des Wicklungsschemas.

Von Dr. L. Fleischmann, Berlin.

Übersicht. **Es wird gezeigt wie man eine neue Darstellung des Wicklungsschemas erhält, indem man einen zusammenhängenden Linienzug aufzeichnet und die aufeinanderfolgenden Linien entsprechend dem Kollektor- und Stirnschritt numeriert. Ein derart gewonnenes Schema ergiebt einen guten Einblick in die elektrischen Verhältnisse. Die Schemas einer Serienparallelwicklung und einer Drehstromwicklung werden als Beispiele vorgeführt.**

Zwei Arten der graphischen Darstellung von Wicklungen sind üblich; bei der einen ordnet man in der Zeichnung die Stäbe so an, wie sie in der ausgeführten Wicklung liegen, mit andern Worten die Stäbe werden fortlaufend numeriert, und dem Schritte entsprechend werden die in regelmäßigen Abständen liegenden Stäbe miteinander verbunden. Diese Darstellungsweise gibt eine der Ausführung ähnliche Figur, insbesondere gilt dieses von dem aufgeschnittenen Schema. Jedoch ist der Einblick in die elektrischen Verhältnisse nicht leicht an Hand eines solchen zu erlangen. Hierfür eignet sich besser das von Arnold angegebene reduzierte Schema. Aber die Herleitung des Schemas aus der Wicklungsformel, der Übergang von der wirklichen Polzahl zu der Polzahl, welche der Stromkreiszahl entspricht, und die Ersetzung der Trommelwicklung durch die Ringwicklung werden es vielen erschweren, mit dem reduzierten Schema zu arbeiten. Die neue Darstellungsart des Wicklungsschemas ist dem reduzierten ähnlich, vermeidet aber die Polzahlverwandlung und den Übergang von Trommel- zur Ringwicklung. Wir zeichnen die Wicklung, einerlei ob Schleifen oder Wellenwicklung, als einen zusammenhängenden Linienzug, die senkrechten Linien bedeuten die Stäbe, die wagerechten die Kollektor- bzw. die Stirnverbindungen. Dem Kollektorschritt entsprechend schreiben wir die Zahlen an die unteren Wagerechten, ordnen dem Kollektorsegment 1 den Stab 2, dem Segment 2 den Stab 4, allgemein dem Segment n den Stab $2n$ zu. Je nach den Schritten auf Kollektor und Stirnseite erhalten die ungeradzahligen Stäbe ihre Bezeichnung, die im Falle, daß beide gleich sind, die Hälfte des darauffolgenden geradzahligen ist. Jetzt handelt es sich darum, den Stromverlauf in dem so erhaltenen Schema festzustellen. Zu diesem Zwecke bestimmen wir die Lage der Bürsten. Haben wir K-Kollektorsegmente und $2p$-Pole, so ist die Entfernung zwischen zwei aufeinander folgenden Bürsten in Segmenten ausgedrückt, $\frac{K}{2p}$. Der Einfachheit halber nehmen wir zunächst die Bürstenbreite gleich der Segmentbreite an, und wir lassen Bürste 1 mit Segment 1 zusammenfallen. Im allgemeinen wird $\frac{K}{2p}$ keine ganze Zahl sein, dann berührt die $n$te Bürste die beiden Segmente, deren Zahlen dem Werte $1 + (n-1)\frac{K}{2p}$ am nächsten liegen. Haben wir z. B. 42 Kommutatorteile und 8 Pole, so ist $\frac{K}{2p} = \frac{42}{8} = 5\frac{1}{4}$. Die vierte Bürste kommt dann auf Segment $1 + 3 \times 5\frac{1}{4} = 16\frac{3}{4}$ und berührt die Segmente 16 und 17. An den Segmenten 1, $1 + 2\frac{K}{2p} \ldots 1 + 2n\frac{K}{2p}$ denken wir uns den Strom ein- und an den Segmenten $1 + \frac{K}{2p}$, $1 + 3\frac{K}{2p} \ldots 1 + (2n-1)\frac{K}{2p}$ wieder austretend. Liegen Bürsten gleicher Polarität im Schema nebeneinander, so werden die zwischenliegenden Stäbe durch die Bürsten und durch die Verbindungen zwischen den Bürsten kurzgeschlossen. Von den Bürsten ausgehend, zeichnen wir uns die Stromrichtung in den einzelnen Stäben ein, zwischen zwei im Schema aufeinanderfolgenden Bürsten oder Bürstengruppen ungleicher Polarität liegt jedes Mal ein Stromkreis. Ein Beispiel (Abb. 1) wird das Gesagte klarer werden lassen. Es betrage die Stabzahl $s = 84$, die Polpaarzahl $2p = 8$, die Stromkreiszahl $2a = 4$, die Lamellenzahl des Kollektors $k = 42$, der Kollektorschritt $yk = \frac{42 \pm 2}{4} = 11$. Die aufeinanderfolgenden unteren Wagerechten erhalten

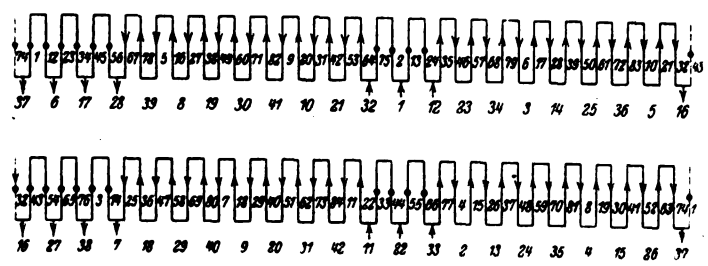


Abb. 1.

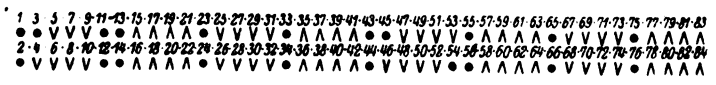


Abb. 2.

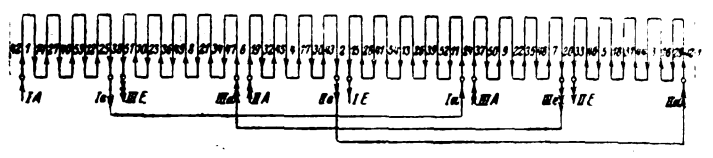


Abb. 3.

die Zahlenbezeichnung 1, 12, 23 usw. Die Stäbe werden entsprechend mit 2, 24, 46 bezeichnet, und da im vorliegenden Fall der Stabschritt auf Kollektorseite und Stirnseite gleich groß ist, so erhalten die ungeradzahligen Stäbe die Bezeichnungen 13, 35, 46 usw.

Digitized by Google

Die Vorderkante der Bürste	steht auf Segment	Die Bürste bedeckt Segment	Die Stromrichtung ist
1	1	1	+
2	$6^1/_4$	6 u. 7	–
3	$11^1/_2$	11 u. 12	+
4	$16^3/_4$	16 u. 17	–
5	22	22	+
6	$27^1/_4$	27 u. 28	–
7	$32^1/_2$	32 u. 33	+
8	$37^3/_4$	37 u. 38	–

Zeichnen wir an den Segmenten 32, 1, 12 den Strom als in die Wicklung eintretend, so müssen die Pfeile an den Segmenten 11, 22, 33 die gleiche Richtung und an den Segmenten 6, 7, 16, 17, 27, 28, 37, 38 die entgegengesetzte Richtung erhalten. Durch Einzeichnen der Pfeile an den Stäben zeigt sich ganz klar, wie die Wicklung in vier Stromkreise zerfällt mit den kurzgeschlossenen Stäben 1, 12-23, 34-45, 56-75, 2-13, 24-43, 54-65, 76-3, 14-33, 44-55, 66. Weiterhin geht aus der Darstellung hervor, daß eine Bürste, welche zwei benachbarte Segmente berührt, z. B. Segmente die 11 und 12, keine Windungen kurzschließt, sondern nur Wicklungsteile gegeneinander schaltet. Auch der Schritt für die Anbringung der Äquipotentialverbindung läßt sich aus dem Schema leicht entnehmen. Da zu einem Stromkreise 21 Leiter gehören, so müssen wir nach dem Durchlaufen von 2×21 Leitern wieder zu einem Äquipotentialpunkt gelangen. Zu 2×21 Leitern gehören 21 Kollektorsegmente; da in jeder der gezeichneten Reihe sich 21 Stäbe befinden, so sind die in einer Senkrechten liegenden Kommutatorsegmente Äquipotentialpunkte. Rechnungsmäßig ergibt sich der Schritt für die Äquipotentialverbindung aus der Beziehung $21 \times 11 = 5 \times 42 + 21$ zu 21 in Übereinstimmung mit der Formel $\frac{K}{a} = \frac{42}{2}$, worin K die Segmentzahl und $2a$ die Anzahl der Stromkreise bezeichnet. Will man die räumliche Lage der stromführenden und kurzgeschlossenen Stäbe feststellen, so bezeichnet man in einem zweiten Schema die aufeinanderfolgenden Stäbe mit den aufeinanderfolgenden Stabnummern und trägt in dieses die aus dem ersten entnommenen Stromrichtungen ein (Abb. 2).

Auch für Wechselstromwicklungen läßt sich diese Darstellungsweise vorteilhaft verwenden. Es sei z. B. für eine vierpolige Wicklung von 54 Stäben (Abb. 3) festzustellen, wo für eine sechsphasige Wicklung die Verbindungen anzubringen sind, wenn die Forderung gestellt wird, daß die Verbindungsstellen alle auf der gleichen Seite liegen sollen[1]). Da für jede Phase $\frac{54}{3} = 18$ Stäbe vorhanden sind, so müssen diese nun, um der obigen Bedingung zu genügen, in zwei Gruppen von 8 und 10 Stäben geteilt werden. Man braucht also nur abwechselnd 8 und 10 Stäbe abzuzählen, um die Anschlußpunkte zu finden. Der Durchlaufungssinn der miteinander zu verbindenden Wicklungen ergibt sich leicht aus der Überlegung, daß das Verhalten der Wicklung nicht durch die äußeren Verbindungen beeinflußt wird. Denkt man sich alle Leiter als geschlossene Wicklung geschaltet, so müssen dann jeweils an den Anschlußstellen die Ströme in den diesen benachbarten Stäben dieselbe Richtung haben. Geht man also von einem Anschlußpunkte aus, z. B. von dem zwischen den Stäben 42 und 1 gelegenen, und berücksichtigt, daß in den aufeinanderfolgenden Anschlußpunkten die Stromrichtungen sich umkehren, so erhält man zwangläufig die richtige Schaltungsfolge.

[1]) „Die dreiphasige Schaltung von Reihenankern für Drehstrommotoren" von Dr. Max Breslauer, „ETZ" 1914, S. 357.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Drahtloser Telegraphenverkehr zwischen Frankreich und den Vereinigten Staaten.

[Journal Télégraphique, Bd. 41, S. 188.]

Um die telegraphische Verbindung zwischen Frankreich und den Vereinigten Staaten von Amerika zu sichern, soll in nächster Zeit eine radiotelegraphische Station durch die Staatsverwaltung errichtet werden. Sie wird an der Westküste von Frankreich gebaut werden und soll dauernden, Tag und Nacht ununterbrochenen drahtlosen Verkehr zwischen Frankreich und den Vereinigten Staaten ermöglichen. Sie wird ungedämpfte Wellen nicht unter 15 000 m Länge aussenden. Der Lieferer muß die unmittelbare Verbindung zwischen der französischen und amerikanischen Anlage und eine Mindestleistung von 20 000 Wörtern für einen beliebig gewählten Tag des Jahres gewährleisten. Für die Sende- und Empfangsanlage werden die Anordnungen so getroffen, daß dauernd mit einer Geschwindigkeit von 4000 Wörtern in der Stunde gearbeitet werden kann. Außerdem sind aber auch Einrichtungen für das Aussenden eines musikalischen Tones und für den Hörempfang mit einer Geschwindigkeit von 2000 Wörtern in der Stunde vorgesehen. Sende- und Empfangsbetrieb sollen ohne gegenseitige Störung gleichzeitig und unabhängig voneinander vor sich gehen.

Rp.

Ausschuß für Radiotelegraphie in Frankreich.

[Le Temps, Nr. 20 627 vom 27. XII. 1917.]

Der Minister des Handels, der Posten und Telegraphen hat soeben einen außerparlamentarischen Ausschuß eingesetzt, der beauftragt ist,

1. entsprechend den vom Parlament gegebenen Gesichtspunkten alle Fragen allgemeinen Inhalts zu sammeln und zu prüfen, die sich auf die Herstellung der verschiedenen radiotelegraphischen Netze und den Betrieb der Telegraphie ohne Draht im Innern des Landes, mit den Kolonien und mit dem Auslande beziehen;
2. in Verfolg dieser Prüfung die gesetzlichen und verwaltungsrechtlichen Maßnahmen vorzubereiten, die geeignet sind, so schnell wie möglich eine brauchbare Regelung des radiotelegraphischen Dienstes, der einen Zweig des allgemeinen telegraphischen Dienstes darstellt, zu schaffen.

Zu dem Ausschuß sind abgeordnet: drei Senatsmitglieder, sechs Mitglieder der Abgeordnetenkammer, der Generalsekretär der Posten und Telegraphen, zwei Vertreter der Post- und Telegraphenverwaltung, zwei des Heeres, zwei der Marine, zwei der Kolonien, einer der Luftschiffahrt, einer der Handelsmarine, einer der radiotelegraphischen Industrie, einer des Allgemeinen Verbandes der Post- und Telegraphenbeamten.

Den Vorsitz wird der Handelsminister führen, unterstützt von zwei Vizepräsidenten, die aus den Parlamentsmitgliedern gewählt werden. *Rp.*

Schalter, Sicherungen und ähnliche Vorrichtungen.

Drehschalter „Schaco".

Unter obigem Namen bringt die G. Schanzenbach & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M., Installationsschalter für die verschiedenartigsten Verwendungsarten auf den Markt. Der Aufbau des Schaltmechanismus ist aus Abb. 1

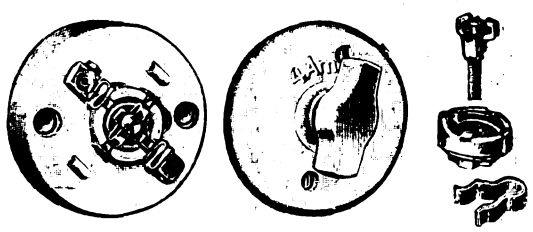


Abb. 1. Schaco-Drehschalter und seine Teile.

und 2 erkennbar; seine einzelnen Teile lassen sich leicht auswechseln. Deckel und Griff der Schalter bleiben auch bei ihrer Anbringung dauernd zusammen; ein am Griff befestigter Mitnehmer überträgt die Drehung auf die Schalterachse. Bei allen Schalterarten ist zwischen Deckel und Sockel eine Dichtungsscheibe eingelegt, welche sie feuchtigkeitssicher macht. Die Sockel sind so eingerichtet, daß jeder Schalter sowohl für seitliche Rohrdraht- oder

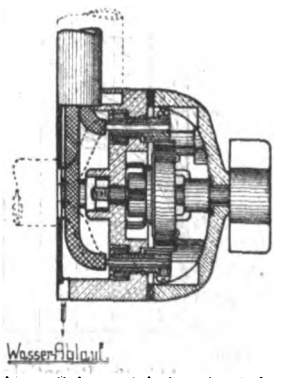


Abb. 2. Schaco-Schalter im Schnitt.

Isolierrohreinführung sowie auch für rückwärtigen Anschluß brauchbar ist. Für rauhe Betriebe können die Schalter nach Abb. 3 in eine

Abb. 3. Schalter mit Schutzhaube.

gußeiserne Schutzhaube eingelassen werden. Eine Spezialausführung in Gußgehäuse zum Anschluß an Stahlpanzerrohre zeigt Abb. 4.

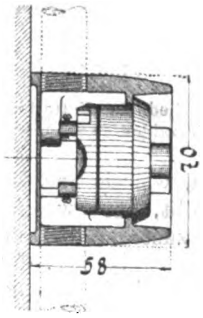


Abb. 4. Schalter in Gußgehäuse.

Abb. 5. Schalter mit versenktem Griff und Abschlußring.

Diese Schalter werden auch für versenkten Einbau geliefert.

Eine weitere Abart bilden die Einlaß-Drehschalter, welche entweder mit vorstehendem Griff oder mit versenktem Griff (Abb. 5) ausgeführt werden. Die Befestigung erfolgt durch zwei Seitenwinkel aus Eisenblech (Abb. 6

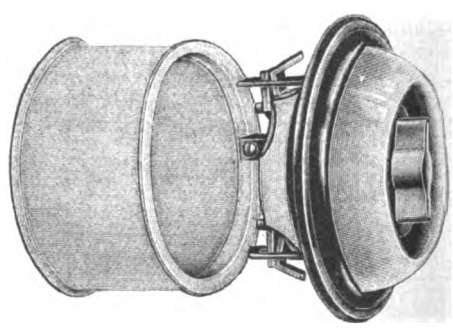


Abb. 6. Befestigung des Schalters in der Wanddose.

und 6a), welche durch Zugschrauben gespreizt werden und sich dann in der Mauerdose feststemmen. Der vernickelte Abschlußring wird hierdurch gleichzeitig festgehalten.

Die in Abb. 7 u. 8 dargestellte wasserdichte, schwerere Bauart ist für feuchte Räume besonders geeignet; dieser Schalter ist dreiteilig und besitzt einen Sockel, in dem der Abschluß der Leitungen so vorgenommen werden muß, daß aus dem Rohr ablaufendes Kondenswasser nicht an die Metallteile gelangen kann, es sammelt sich vielmehr in einem Wassersack und fließt von dort durch zwei kleine Öffnungen ab. Das Oberteil des Schalters ist wiederum zweiteilig und besteht aus der eigentlichen Kappe mit dem Griff und einem Porzellansockel mit dem

Digitized by Google

darauf aufgebauten Schaltmechanismus (Abb. 8). Die elektrische Verbindung zwischen Sockel und Oberteil vermitteln die Köpfe der Drahtanschlußschrauben, über welche sich federnde Kontaktbüchsen stülpen. Auch für diese Schalter kann eine gußeiserne Schutzhaube vorgesehen werden.

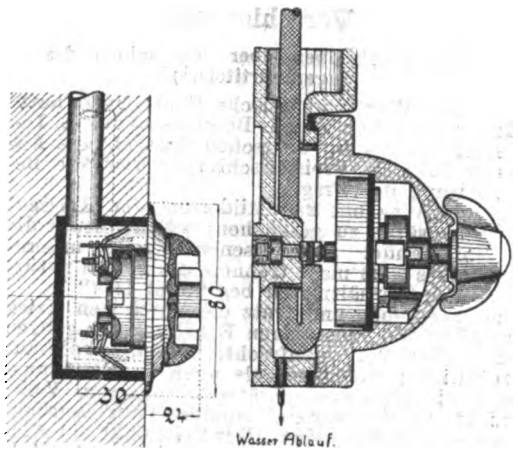


Abb. 6a. Abb. 7. Wasserdichter Schalter.

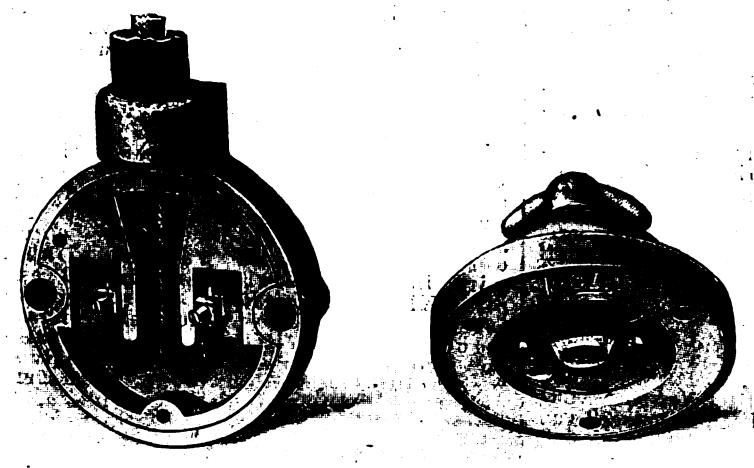


Abb. 8. Anschlußkontakte und Schalterkopf zu Abb. 7.

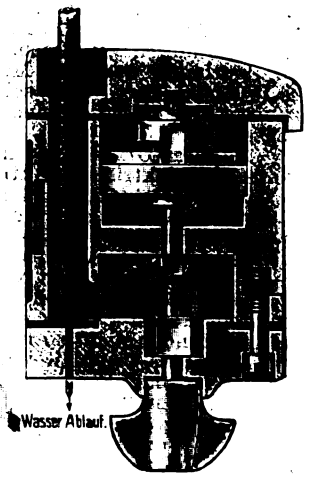


Abb. 9. Wasserdichter Kellerschalter im Schnitt.

Erwähnt sei endlich noch die in Abb. 9 dargestellte Ausführung der wasserdichten Stall- oder Kellerschalter, bei denen der Schaltmechanismus in einem besonderen abgedichteten Raum liegt. Auch hier endet der Zuführungskanal für die Leitung in einem Wassersack, wodurch die Anschlußkontakte wasserfrei bleiben. Statt des Schaltergriffes kann auch eine Schaltstange vorgesehen werden. *Ptz.*

Beleuchtung und Heizung.

Photometrische Vergleiche von Farbenfiltern und Wolframlampen.

[G. W. Middlekauff und J. F. Skogland. Scientific Papers of the Bureau of Standards Nr. 277. Washington 1916.]

Seit der Einführung der sogenannten „internationalen" Kerze[1]) im Jahre 1909 wurde diese Einheit im Bureau of Standards durch eine Gruppe von Kohlenfadenlampen mit 4 W/cp aufrecht gehalten. Das Auftreten der Wolframlampe erschwerte die Arbeit des Eichens ganz wesentlich, da es sich nun darum handelt, Lichtquellen von verschiedener Färbung mit einander zu vergleichen. Es erschien deshalb von Wert, eine möglichst große Zahl von Beobachtern und Laboratorien zur Ausführung von Vergleichsmessungen heranzuziehen.

Durch Übereinkunft zwischen dem National Physical-Laboratory in England und dem Bureau of Standards bereitete jedes Laboratorium eine Gruppe von Wolfram-Normallampen vor, die bei entsprechender Spannung jeweils 1,5 W/cp leisten sollten. Die zwei Lampengruppen, die alle mit nahe gleicher Lichtfarbe brannten, wurden dann ausgetauscht und von dem empfangenden Laboratorium bei der von dem absendenden Laboratorium angegebenen Spannung nachgemessen. Eine Gruppe von Lampen, die den nach England gesandten entsprach, und in der gleichen Methode geeicht waren, wurden im Bureau of Standards zurückbehalten, und die Hälfte der aus England gesandten Gruppe wurde nach deren Messung wieder zurückgesandt.

Angesichts der Schwierigkeit der Zwischenvergleichungen waren die Resultate sehr zufriedenstellend, sie zeigten, daß die beiden Laboratorien innerhalb der angegebenen Meßgenauigkeit mit einander übereinstimmte. In beiden Laboratorien wurden die neuen Normallampen mittelst des Lummer-Brodhunschen Kontrastphotometers in Werten der Kohlenfadenlampen mit 4 W/cp geeicht. Das englische Laboratorium arbeitete hierbei nach der Kaskadenmethode[1]), das Bureau of Standards unter Benutzung von 2 ausgewerteten blauen Glasfiltern, von denen jedes zwischen den beiden Gruppen von Normallampen Farbengleichheit herbeiführte. Es ist klar, daß bei dieser Vergleichung die Auswertung der Glasfilter von grundlegender Bedeutung ist. Aus diesem Grunde wurde eine bedeutende Arbeit aufgewandt, um die zuerst bestimmten Werte nach verschiedenen Methoden zu kontrollieren.

In Verbindung mit diesen Kontrollmessungen und nach Bestimmung der Lichtstärke und des Stromverbrauches einer Gruppe von Nebennormallampen bei verschiedener Spannung wurden die charakteristischen Gleichungen der Wolframlampe aufgestellt[2]), und es wurde gefunden, daß es mit Hilfe dieser Gleichungen möglich ist, eine 4 W/cp-Kohlenfadenlampe mit einer Wolframlampe bei Farbengleichheit zu messen und von diesem Meßergebnis die Lichtstärke bei jeder anderen Farbe — innerhalb eines bestimmten Bereiches — zu berechnen. Auf diese Weise und auch durch direkte Vergleichung sind die neuen Wolfram-Normallampen mehrmals von verschiedenen Beobachtern nachgeprüft worden.

Da die Einführung der 1,5 W/cp-Wolfram-Normallampe und ebenso die Bestimmung der charakteristischen Gleichungen photometrische Vergleiche bei ungleicher Farbe bedingt, so wurde es trotz der guten Übereinstimmung zahlreicher Kontrollmessungen für wünschenswert erachtet, daß die Kontrollmessungen auch von einer größeren Zahl anderer Laboratorien durchgeführt würden. Diese Messungen mußten wertvolles Material über die subjektive Seite der Beobachtungen verschiedener, erfahrener Experimentatoren und über die verschiedenen Methoden liefern. An diesen Messungen beteiligten sich durch Mitwirkung von E. P. Hyde, C. H. Sharp und H. E. Ives das Nela-Untersuchungslaboratorium (N. R. L.), die Elektrischen Prüf-Laboratorien (E. P. L.) und das Physikalische Laboratorium der United Gas Improvement Co. (U. G. I.).

Zu der Untersuchung wurden drei blaue Glasfilter von verschiedener Farbendichte ausgewählt, die mit 2 B, 2½ B und 3 B bezeichnet wurden. 2½ B hatte nahezu gleiche Färbung wie das Glasfilter, das bei dem Bureau of Standards zum Vergleiche der 4 W/cp-Kohlenfadenlampe mit den 1,5 W/cp-Wolframlampen benutzt wird. 2 B und 3 B waren von geringerer bezw. größerer Farbendichte, so daß 2 B Farbenübereinstimmung zwischen der 4 W/cp-Kohlenfadenlampe und der 1,9 W/cp-Wolframlampe, 3 B aber mit der 1,25 W/cp-Wolframlampe herbeiführte.

Die Durchlässigkeit jedes Glases für das Licht der 4 W/cp-Kohlenfadenlampe sollte in jedem Laboratorium bestimmt werden. Des weiteren wurden vier Wolframlampen zur Messung der Lichtstärke bei verschiedenen angegebenen Spannungen ausgewählt. Die Lichtfarbe bei der niedrigsten Spannung sollte dieselbe sein wie die der 4 W/cp-Normallampe. Die Lichtstärke bei den anderen Spannungen sollte in Verhältnissen des Wertes bei der niedrigsten Spannung angegeben werden.

Zwei der Laboratorien (E. T. L. und N. R. L.) wandten bei den Messungen das Lummer-Brodhunsche Kontrastphotometer an, das dritte Laboratorium (U. G. I.) benutzte zu den Messungen an den Glasfiltern ein besonderes Flackerphotometer, bei den Messungen an den Lampen ein Lummer-Brodhunsches Kontrastphotometer, vor dessen Lupe eine Zelle mit Crovascher Lösung gesetzt wurde.[1])

Bei der Messung der Filterdurchlässigkeit wurden verschiedene Methoden angewandt.

Das Bureau of Standards wandte eine direkte und eine indirekte an. Die direkte Methode bestand darin, daß der Filter auf die Prüfseite des Photometers gestellt wurde. Die Prüflampe, eine Wolframlampe, wurde auf die Lichtfarbe der 4 W/HK-Kohlenfadenlampe gebracht, und die Vergleichslampe, gleichfalls eine Wolframlampe, wurde auf Farbenübereinstimmung mit dem durch das Glasfilter hindurchgelassene Licht gebracht. Zunächst wurden Photometereinstellungen mit dem Filter und dann ohne Filter gemacht; im zweiten Falle trat natürlich eine erhebliche Farbendifferenz auf. Das Verhältnis der ersten Einstellung zu der zweiten gab die Durchlässigkeit des Filters. — Die indirekte Methode wurde folgendermaßen ausgeführt: Die ersten Einstellungen wurden so gemacht, wie bei der direkten Methode. Nachdem aber das Filter entfernt war, wurde die Spannung der Prüflampe bis zur Erzielung der Farbenübereinstimmung gesteigert. Das Verhältnis der Lichtstärken der Vergleichslampe bei den beiden Spannungen wurde aus der Gleichung zwischen Spannung und Lichtstärke berechnet. Mit diesem Werte als Faktor multipliziert gab das Verhältnis der Einstellungen mit und ohne Filter die Filterdurchlässigkeit. Bei beiden Methoden wurde nach entferntem Filter Beleuchtungsgleichheit auf dem Photometerschirme durch Einstellung eines rotierenden Sektors erzeugt, während das Photometer auf der Stelle stehen blieb, auf die unter Benutzung des Filters eingestellt worden war. Die mittleren Abweichungen bei beiden Methoden betrugen ungefähr 0,5%.

Das Elektrische Prüflaboratorium wandte eine direkte Methode an. Zwei Kohlenfadenlampen von der Farbe einer 4 W/cp-Kohlenfadenlampe wurden an den Enden einer 5 m-Photometerbank aufgestellt. Zunächst wurden Einstellungen mit, dann ohne Filter gemacht, und zwar wurde das Filter einmal auf der linken, dann auf der rechten Seite der Photometerbank benutzt. Den Beobachtern wurde ein bestimmtes Gewicht nach ihrer Übung im Photometrieren verschieden gefärbter Lichtquellen und nach der Zahl ihrer Messungen zuerteilt.

Die von dem Nela-Untersuchungslaboratorium angewandte Methode war die gleiche wie die direkte des Bureau of Standards mit dem alleinigen Unterschiede, daß das Filter und der rotierende Sektor auf der Seite der Vergleichslampe standen, die auf die Farbe der 4 W/cp-Kohlenfadenlampe gebracht war.

Die United Gas Improvement Co. wandte die Methode des Flackerphotometers an. Die Beleuchtung des Photometerschirmes, mit einer Oberfläche aus Magnesiumoxyd, betrug 25 Lux.

Die Messungsergebnisse sind in sehr eingehenden Zahlentafeln zusammengestellt, die mitgeteilten Werte haben jedoch nur Bedeutung in Ansehung der gerade benutzten Filter, von der Wiedergabe kann also hier abgesehen werden. Größeres Interesse haben nur die allgemeinen Feststellungen, die auf Grund des Zahlenmaterials gemacht werden können. Bei der Vergleichung der in den einzelnen Laboratorien gewonnenen Mittelwerte aus den Beobachtungen mehrerer Prüfer ergibt sich eine gewisse Konstanz in dem Verhältnisse der Mittelwerte jedes einzelnen Beobachters zu dem Gesamtmittel seines Laboratoriums. Jeder Beobachter hält also mit einer gewissen Gleichförmigkeit an einem bestimmten Kriterium fest, mit dem er Beleuchtungsgleichheit bei verschiedener Färbung feststellt. — Durch die indirekte Methode des Bureau of Standards werden die Verschiedenheiten von Beobachter zu Beobachter fast vollständig ausgeschaltet; aber die Schwierigkeiten in der Vergleichung von Lichtquellen verschiedener Färbung sind auch hier nicht eliminiert, sie waren nur schon früher, bei der Bestimmung der charakteristischen Gleichungen, aufgetreten. Ähnliche Feststellungen wurden bei der Prüfung der Lampen selbst gemacht.

Die Abweichungen in den Beobachtungen der einzelnen Laboratorien sind an sich nicht sehr beträchtlich, sie sind aber nicht zu vernachlässigen, wenn es sich um Präzisionsphotometrie handelt. Die Verfasser fordern daher, daß die Eichung von Normallampen mit Far-

[1]) Im Folgenden „cp" abgekürzt.

[1]) Paterson und Dudding, „Proc. Phys. Soc.", London, April 1915, S. 263; „Phil. Mag.", Juli 1915, S. 63...

[2]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 585, 665.

[1]) Ives und Kingsbury, „Transactions Illum. Eng. Soc.", Bd. 10, S. 716.

Digitized by Google

bendifferenzen möglichst allein dem Eichamte überlassen werden sollte, wo die Beobachter sorgfältig ausgewählt werden müssen, und wo eine möglichst große Zahl von Beobachtern herangezogen werden muß. Der Vorzug besteht dann darin, daß die Art der Instrumente, die Bedingungen der Beleuchtung endgültig festgelegt sind. — Eine Prüfung der Beobachter des Bureau of Standards, die durch die Messungen in den verschiedenen Laboratorien stattfand, zeigt, daß deren mittlere persönliche Gleichung nahe die gleiche ist, wie die des durchschnittlichen normalen Auges, das durch die Beobachtungen der aufs Geratewohl aus dem wissenschaftlichen Stabe des Bureaus ausgewählten 114 Beobachtern festgelegt worden war. *lx.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Elektrizitätsversorgung Württembergs.

Der Württembergische Ingenieur-Verein hatte am 13. I. 1918 seine Mitglieder und die Mitglieder anderer technischer Verbände zu einer Besprechung eingeladen und hierbei angeregt, eine Kommission zu bilden, die sich mit der Frage der Kraftversorgung Württembergs eingehend befassen soll. Zu Vorsitzenden dieser Kommission wurde Kommerzienrat Ph. Wieland, Ulm, und Oberbaurat Stocker gewählt. Ferner gehören der Kommission noch an: Prof. C. von Bach, Direktor Beck, Oberingenieur Büggeln, Direktor Dübendorfer, Oberbaurat Groß, Direktor Honold, Oberingenieur Lind, Direktor Pilz, Oberingenieur Pütz, Direktor Schrader, Professor Thomann, Direktor Wunder. Ferner sind der Württembergische Handelsverein und die Stadt Heilbronn noch aufgefordert worden, je einen Vertreter zu ernennen. Die Kommission hat ihre Arbeiten zur Förderung einer elektrischen Großwirtschaft, d. h. der Zusammenfassung aller Wasserkräfte des Landes und der Verbindung der bestehenden Elektrizitätswerke untereinander bereits aufgenommen.

Verwendung der elektrischen Nachtkraft.[1])

In einem Schulhause in Baden (Schweiz) ist eine Warmwasserheizung, zu welcher die überschüssige Nachtkraft des Elektrizitätswerkes benutzt wird, dem Betrieb übergeben worden. In einen mit einer Wärmeisolierschicht umgebenen Behälter, der 15 000 l Wasser faßt, sind Widerstände eingebaut worden, die während der Nacht das Wasser auf die gewünschte Temperatur erhitzen.

Der Kohlenmangel in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Wie schon an anderer Stelle[2]) erwähnt, macht sich der Mangel an Kohlen in einigen Teilen der Vereinigten Staaten seit längerer Zeit sehr empfindlich bemerkbar. Eine Folge davon ist es, daß z. B. die Elektrizitätswerke, welche mit Kohlenfeuerung arbeiten, der sehr gesteigerten Nachfrage nach elektrischer Energie nicht völlig gerecht werden können. Wie ernst die Lage ist, geht aus einer in „Electrical World" (Bd. 70, S. 969) abgedruckten Verordnung des Brennstoff-Kommissars hervor, welche erhebliche Einschränkungen der in Amerika bekanntlich ganz besonders stark verbreiteten Reklamebeleuchtung vorschreibt. Seit dem 15. XI. 1917 dürfen in der Zeit vor 7¾ Uhr abends und nach 11 Uhr nachts keinerlei Reklamebeleuchtungen, soweit sie von durch Kohlen erzeugtem, elektrischen Strom gespeist sind, in Betrieb gehalten werden.

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrischer Schiffsantrieb bei der amerikanischen Marine.

[Electrical World, Bd. 70, S. 394.]

Der Washingtoner Berichterstatter der „Electrical World" hatte eine Unterredung mit dem Admiral Griffin, dem Vorstande des Hauptmaschinenbureaus des amerikanischen Marineamtes über die im Bau befindlichen Linienschiffe und Kreuzer mit elektrischem Antrieb, bei der sich der Admiral mit bemerkenswerter Begeisterung für den elektrischen Antrieb der Schiffsschrauben aussprach. Es ist das um so interessanter, als das amerikanische Marineamt wegen der Wahl des elektrischen Antriebes auf den neusten Kriegsschiffen von den Anhängern des Räderantriebes kürzlich aufs heftigste angegriffen worden ist.

Griffin betonte zunächst, daß ausschlaggebend für die Wahl des elektrischen Antriebes die Erfahrungen gewesen seien, die man mit der Anlage auf dem Kohlendampfer „Jupiter" gemacht habe. Der amtliche Bericht, der zur Annahme des elektrischen Schraubenantriebes für sieben Linienschiffe und fünf Kreuzer, die z. Zt. im Bau sind, geführt hat, hatte etwa folgenden Inhalt:

„Während ein Zweischraubenschiff mit direktem Antrieb beim Schadhaftwerden einer Maschine auf den Betrieb mit einer Schraube angewiesen ist, können beim elektrischen Antrieb beide Schrauben betrieben werden, wenn eine Turbine ausfällt, da jede Turbine ausreicht, dem Schiff eine Geschwindigkeit von 17 bis 18 Knoten zu geben. Bei diesem Betriebe kann die ausgefallene Turbine auch auf See nachgesehen und in Ordnung gebracht werden.

Infolge der Möglichkeit, bei Marschfahrt eine Turbine stillzusetzen und beide Schrauben von einer Turbine aus zu betreiben, ergibt sich die für einen niedrigen Dampfverbrauch nötige hohe Belastung der Turbine, denn unter sonst gleichen Umständen ist die Turbine eben doppelt so hoch belastet, als im Falle des direkten Antriebes.

Die Turbine wird stets mit der für einen niedrigen Dampfverbrauch nötigen hohen Winkelgeschwindigkeit betrieben, sofern polumschaltbare Motoren vorgesehen werden. Hat z. B. der Generator 2 Pole und der Motor 30, umschaltbar auf 50 Pole, so hat man in einem Falle ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 15, im zweiten ein solches von 1 : 25.

Dieser Vorteil der relativ hohen Belastung und Winkelgeschwindigkeit bei Marschfahrt ist so wesentlich, daß die anderen Lösungen des Schiffsantriebes den elektrischen kaum übertreffen können. Der Raumbedarf ist kleiner und die Anordnung des Antriebes beweglicher als bei anderen Systemen, da die Aufstellung der Turbinen und der Motoren voneinander unabhängig ist. Die Raschheit, mit der Reparaturen ausgeführt werden können, ist zu beachten."

Admiral Griffin fügt hinzu: „Der Hauptvorteil des elektrischen Antriebes ist das Fehlen der Rückwärtsturbine. Man steuert den Motor um, ohne dauernd eine Turbine leer mitlaufen lassen zu müssen." Das erste Schiff der Serie mit elektrischem Antrieb ist das Linienschiff „New Mexico", das vom New York Navy Yard demnächst fertig gestellt werden wird. Die anderen großen Schiffe mit elektrischem Antrieb sind noch nicht so weit. „Colorado" und „Washington" werden auf den Werften der New York Shipbuilding Co., „Maryland" und „West Virginia" auf denen der Newport News Shipbuilding & Dry Dock Co., „Tenessee" von dem New York Navy Yard und „California" von dem Mare Island Navy Yard erbaut.

Zwei Kreuzer sind bei der Newport News Shipbuilding & Dry Dock Co., einer beim Philadelphia Navy Yard, einer bei der New Shipbuilding & Dry Dock Co. und einer bei Fall River bestellt. Alle Kreuzer erhalten elektrischen Antrieb. *Stch.*

Landwirtschaft.

Elektrische Anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben.

Die im November 1916 in Berlin abgehaltene 47. Hauptversammlung der Vereinigung öffentlicher Feuerversicherungs-Anstalten in Deutschland beschloß zur Frage der besonderen Bedingungen für elektrische Anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben:

1. von der Vereinbarung von Sondervorschriften für landwirtschaftliche Betriebe abzusehen.
2. ihnen die Regelung des Prüfungswesens sowohl hinsichtlich der Prüfungsorgane als auch der Zeitabschnitte für wiederkehrende Prüfungen zu überlassen, es ihnen jedoch dringend zu empfehlen, für die periodischen Revisionen von elektrischen Anlagen nach Möglichkeit Sorge zu tragen.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Brennkrafttechnische Gesellschaft.

In Berlin wurde am 5. XII. 1917 die „Brennkrafttechnische Gesellschaft" gegründet, ein wissenschaftlicher Verein, dessen Zweck nicht auf einen wirtschaftlichen Betrieb gerichtet ist, die Gesellschaft stellt sich vielmehr die Aufgabe, wissenschaftliche und praktische Forschungsarbeiten zu fördern, die auf die Vorgänge beim Vergasen und Verbrennen der Brennstoffe sowie bei der Umwandlung der Wärme in mechanische Arbeit gerichtet sind und für die Verwertung des Wertstoffinhaltes der Brennstoffe nützlich sein können.

Anregungen zu solchen Arbeiten sind an den Vorstand der Gesellschaft zu richten. Die Geschäftsstelle befindet sich in Berlin W 9, Potsdamer Straße 21a.

Die Gesellschaft gibt ein Jahrbuch heraus, in welchem über ihre Wirksamkeit berichtet wird und die bei den Versammlungen gehaltenen Vorträge veröffentlicht werden.

Anmeldungen zur Mitgliedschaft sind an die Geschäftsstelle zu richten.

Verschiedenes.

Preisausschreiben über den Schutz des Ingenieurtitels.[1])

Der Württembergische Goethebund hatte in der Ausführung eines Beschlusses des 13. Delegiertentages der deutschen Goethebünde Anfang 1914 ein Preisausschreiben über die Bearbeitung der Frage:

„Was hat zur Milderung der Klassengegensätze zu geschehen, welche heute die aufeinander angewiesenen Kreise unseres Volkes weit mehr trennen, als in den natürlichen Verhältnissen begründet ist?"

herausgegeben und trotz der durch den Krieg geschaffenen einmütigen Erhebung des ganzen deutschen Volkes aufrechterhalten, sowohl aus rechtlichen Gründen, als auch in Erwägung, daß die Klassengegensätze in unserem Volke nicht verschwunden, sondern nur zurückgedrängt worden sind. Der Zeitpunkt der Einlieferung der Arbeiten, ursprünglich der 31. XII. 1914, wurde indessen hinausgeschoben und seine Festsetzung einer späteren Bekanntmachung vorbehalten.

Mit Rücksicht auf die im Deutschen Reiche auftretenden Bestrebungen, den durch die österreichische Verordnung zum Schutze des Ingenieurtitels auf das Deutsche Reich zu übertragen, und auf die dadurch hervorgerufenen, die Grenzen des genannten Berufes überschreitenden Meinungsunterschiede hat der Württembergische Goethebund auf Anregung des Staatsrats Prof. Dr.-Ing. C. v. Bach in Stuttgart ein zweites Preisausschreiben erlassen, das die Bestrebungen, die in Österreich zu dem behördlichen Schutz des Ingenieurtitels geführt, und die nun auch in Deutschland lebhaft eingesetzt haben, nach der positiven und der negativen Seite würdigt. Dabei wird in erster Linie der Einfluß auf alle Klassengegensätze ins Auge zu fassen, sodann aber auch eine Klarlegung der Vorteile und der Nachteile zu geben sein, welche für die Allgemeinheit, für die deutsche Industrie und für den Stand der Ingenieure zu erwarten sind, wenn den Bestrebungen auf behördlichen Schutz des Ingenieurtitels in Deutschland stattgegeben werden würde. Die in Betracht kommenden Verhältnisse in den übrigen Industrieländern werden zum Vergleich heranzuziehen sein.

Es werden 3 Preise: 5000, 2000 und 1000 M ausgesetzt. Die Arbeiten sind in deutscher Sprache abzufassen und, womöglich in Maschinenschrift, bis spätestens 31. X. 1918 an den Vorsitzenden des Württ. Goethebundes, Baron zu Putlitz, Stuttgart, einzusenden.

Die näheren Bedingungen sind gleichfalls von genannter Stelle zu erfahren.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Abänderung der Bestimmungen über die Anmeldung von Erfindungen.

Durch Bekanntmachung des Kaiserl. Patentamtes vom 22. I. 1918 werden die Bestimmungen über die Anmeldung von Erfindungen vom 22. XI. 1898, u. zw. § 4 a und b, wie folgt abgeändert:

Bis auf weiteres braucht bis zum Beschluß über die Bekanntmachung der Anmeldung die Hauptzeichnung nur dann vorgelegt zu werden, wenn das Patentamt es fordert. Handelt es sich um einen Gegenstand einfacherer Art, so genügt für die Nebenzeichnung zunächst eine ohne Einhaltung der Regeln des technischen Zeichnens gefertigte Darstellung (Handskizze).

Zu unrecht beanstandete Saugzuganlage.

Dem Elektrizitätswerk in R. war vom Stadtrat in Sch. die bau- und gewerbepolizeiliche Genehmigung zur Herstellung und zum Betriebe einer „Saugzuganlage zur Erzeugung künstlichen Zuges" für die Kesselanlagen des Elektrizitätswerkes erteilt worden. In der Urkunde heißt es am Schlusse: „Sollten sich aus dem Betriebe der Saugzuganlage Belästigungen der Nachbarschaft durch Rauch, Ruß oder Flugasche ergeben, so bleibt die Antragstellerin gehalten, Maßnahmen zur Abstellung der Mängel

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 549.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 181, 470, 588.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 498 und 528.

Digitized by Google

gel zu treffen oder, sofern das nicht möglich ist, die Anlage wieder zu entfernen". Die Anlage war durch den Gewerbeinspektor abgenommen und für bedingungsgemäß ausgeführt befunden worden. In der Folge wurden Klagen darüber laut, daß die Umgebung des Elektrizitätswerks durch Rauch und Ruß aus der Anlage erheblich belästigt werde. Eine ministerielle Verfügung verlangte, da weiter Klagen über unerträgliche Geräusche der Anlage eingelaufen waren, zur Beseitigung der Rauch- und Geräuschbelästigungen Errichtung eines ausreichend hohen und weiten Schornsteines und Einleitung des Entlüftungsrohres der Turbine in denselben; außerdem bestätigte das Ministerium die von dem Stadtrat festgesetzte Strafe wegen Nichtbefolgung der vorher ergangenen polizeilichen Anordnungen. Das preußische Oberverwaltungsgericht hob mit seiner, verspätet veröffentlichten Entscheidung vom 19. X. 1914, Aktenz. A 42/13, die ministerielle Verfügung aus folgenden Gründen auf:

Die Behörden halten sich zu ihrem Vorgehen offenbar nur für ermächtigt, weil die Klägerin in der Genehmigungsurkunde verpflichtet worden ist, für den Fall, daß sich aus dem (genehmigten!) Betriebe Belästigungen durch Rauch, Ruß oder Flugasche ergeben, Maßnahmen zur Abstellung der Mängel zu treffen oder die Anlage wieder zu entfernen. Zunächst kann hieraus mindestens eine Berechtigung, gegen die durch die Turbine angeblich verursachten allgemeinlästigen Geräusche vorzugehen, auf keinen Fall hergeleitet werden. Mit der Berufung auf diese Bestimmung läßt sich aber ein polizeilicher Eingriff auch im übrigen nicht rechtfertigen. Denn die Vorschrift des § 147 Abs. 3 der Gewerbeordnung würde eben das Vorgehen der Vorinstanzen nur decken, wenn jene Bestimmung der Genehmigungsurkunde eine „wesentliche Bedingung" wäre, „unter welcher die Genehmigung erteilt worden ist." Das ist aber nicht der Fall. Eine Bedingung im Sinne der Reichsgewerbeordnung ist begrifflich eine Anordnung über die Einrichtung der gewerblichen Anlage und ihres Betriebes. Für Dampfkesselanlagen insbesondere ist das im Gesetz selbst noch besonders dadurch zum Ausdruck gekommen, daß der § 24 Abs. 2 bestimmt, die Behörde habe nach dem Befunde „die Genehmigung entweder zu versagen oder unbedingt zu erteilen, oder endlich bei Erteilung derselben die erforderlichen Vorkehrungen und Einrichtungen vorzuschreiben." Das heißt, es ist von vornherein darüber zu entscheiden, welche Einrichtungen zu treffen sind, damit die Anlage den gesetzlichen Vorschriften entspreche. Damit aber, daß die zuständige Behörde sich begnügt, dem Unternehmer lediglich die zur Abstellung etwa hervortretenden Mißstände erforderlich werdenden Maßnahmen aufzugeben, würde sie für den Fall, daß es streitig wird, ob der Unternehmer dieser Auflage nachgekommen ist, jene Entscheidung einer anderen Behörde, insbesondere der Polizeibehörde und dem Strafrichter, überlassen. Eine Anordnung in der Genehmigungsurkunde, die so die Art der zu treffenden Einrichtungen und Vorkehrungen offen läßt, hat daher nicht den Charakter einer Bedingung im Sinne des § 147 der Gewerbeordnung, sondern höchstens die Bedeutung eines Vorbehalts, durch den die konzessionierende Behörde sich das Recht sichert, für den Fall, daß Gefahren und Mißstände sich zeigen, welche die Anlage zur Folge haben kann, von denen sich aber bei der Genehmigung noch nicht voraussehen läßt, ob und in welchem Maße sie hervortreten werden, die bei der Genehmigung gestellten Bedingungen ihrerseits abzuändern oder zu ergänzen oder die Genehmigung zu widerrufen. Die Vorinstanzen hätten hiernach die angefochtenen Anordnungen allenfalls als für die Konzessionierung und das Rekursverfahren zuständige Behörden in dem dafür vorgeschriebenen besonderen Verfahren treffen können, für ihr auf ihre allgemeine Polizeigewalt gestütztes Vorgehen fehlt es indessen an einer rechtlichen Grundlage. *sk.*

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Betr. Zählerkommission.

Die Zählerkommission hat sich neuerdings mit der Frage der weiteren Verwendbarkeit von Zink und Eisen bei Zählern beschäftigt und hat folgenden Beschluß gefaßt:

Bei Gleichstrom-Wattstundenzählern ist Zink unentbehrlich.

Bei Amperestundenzählern können die Kappen aus Eisenblech hergestellt werden. Die Eichung hat aber mit Kappen zu erfolgen, desgleichen bei Wechselstrom- und Drehstromzählern.

Bei Zählern, deren Kappen aus Eisen hergestellt sind, kann auch die Grundplatte aus Eisen bestehen.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
G. Dettmar.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über Koblebürsten.

Auf S. 30 der „ETZ" 1918 wird unter der Überschrift „Ein verhetzter Neutraler" zum Ausdruck gebracht, daß sich die Besitzer von Thury-Reglern infolge der Weigerung der Firma Cuénod, die Kohlenbürsten der kleinen Motoren nachzuliefern, in Verlegenheit befinden. Der dem Verhalten dieser „neutralen" Firma nur entsprechenden Warnung vor dem weiteren Ankauf ihrer Fabrikate kann um so mehr zugestimmt werden, da deutsche Fabrikate zum mindesten in gleicher Güte zu haben sind, was schon dadurch bewiesen wird, daß in den letzten Friedensjahren mehr Schnellregler ausgeführt wie eingeführt wurden.

Ich möchte jedoch mit wenigen Worten auf die Kohlebürstenfrage eingehen. Vor dem Kriege wurden Kohlenbürsten für hohe Anforderungen wohl von sämtlichen Elektrizitätsfirmen aus dem Auslande, u. zw. aus Frankreich, England und Amerika, bezogen; die mehr oder weniger gerechtfertigten Gründe dieses Verhaltens können unerörtert bleiben. Nachdem die Zufuhr unterbunden war, wurden an die bestehenden deutschen Fabriken Anforderungen gestellt, welchen diese nicht gewachsen waren und auch nicht sein konnten; einerseits fehlte es an Einrichtungen, Rohstoffen und, nicht zuletzt, an Kenntnissen; anderseits wurden immer höhere Anforderungen an das Bürstenmaterial gestellt, u. zw. sowohl für neue Maschinen wie für die vorhandenen, welche in der Kriegsindustrie weit höher beansprucht werden als früher. Tatsache bleibt, daß der zur Verarbeitung kommende Graphit aus Bayern und Böhmen bei weitem nicht in der Reinheit gefördert wird als der früher vorzugsweise zur Verwendung gekommene, auf der Insel Ceylon geförderte. Ebenso besteht aber die Tatsache, daß heute durch geeignete Aufbereitung und Verarbeitung ein Bürstenmaterial hergestellt wird, welches auch den höchsten Ansprüchen genügt und den ausländischen Fabrikaten keineswegs nachsteht. Ich möchte dabei erwähnen, daß z. B. Kohlebürsten für Belastungen bis 20 und mehr A/cm² hergestellt werden, welche sich u. a. auch für Schleifringe sehr gut bewähren und gegenüber Bronzebürsten erhebliche Vorteile besitzen. Wenn trotzdem noch vielfach die Meinung besteht, daß Kohlebürsten in der gleich guten Beschaffenheit, wie die bekannten ausländischen Sorten, bei uns nicht zu haben seien, so ist dies auf das Verhalten einzelner Fabrikanten zurückzuführen; diese sind mehr bestrebt, augenblicklich hohe Gewinne zu erzielen, was bei dem großen Bedarf und mit entsprechender Propaganda leicht ist, als darauf bedacht, ihre Erzeugnisse so zu verbessern, daß die Verbraucher nicht genötigt sind, nach dem Kriege ihren Bedarf wieder aus dem Auslande zu beziehen. Daß die dauernde Ausschaltung der ausländischen Fabrikate sowohl im Interesse der Verbraucher wie der Fabrikanten liegt, geht schon daraus hervor, daß trotz der erheblichen Kosten für die Aufbereitung der Graphite, als Hauptbestandteil, sowie der um das Mehrfache gestiegenen Kosten für andere Materialien, Löhne usw., die Preise der Kohlebürsten kaum höher sind als die, welche für ausländische Fabrikate vor dem Kriege gezahlt wurden, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß es sich um einen, dem Verschleiß unterworfenen Gegenstand handelt. Mit vorstehenden Zeilen möchte ich der Auffassung entgegentreten, als ob bei uns ein vollwertiger Ersatz für das ausländische Fabrikat nicht hergestellt werde, und die Verbraucher anregen, auch nach dem Kriege deutsche Fabrikate zu verwenden. Wenn wirklich auch schlechte Erfahrungen mit deutschen Fabrikaten vorliegen mögen, weil der Fabrikant gute und teure Rohstoffe nicht verwendet, um höhere Gewinne zu erzielen, oder weil ihm das Verständnis für die immerhin nicht einfache Verarbeitung der vorhandenen Rohstoffe abgeht, so beweist dies nicht, daß die deutschen Fabrikate durchweg minderwertig sind. Jedenfalls liegt durchaus kein Grund vor, ausländische Firmen zur Lieferung von Kohlebürsten in Anspruch zu nehmen.

Düsseldorf, 20. I. 1918. C. Wiemann.

Unsymmetrische Hystereseschleifen.

Zu dem Artikel auf S. 608 der „ETZ" 1917 erlaube ich mir, folgendes zu bemerken: Die Tatsache, daß der Hysteresekoeffizient unsymmetrischer Schleifen sehr erheblich veränderlich ist, und daß der Hystereseverlust für solche Schleifen wesentlich größer ist als für symmetrische gleicher Amplitude, habe ich auf Grund umfangreicher Versuche bereits in „ETZ" 1898, S. 688, eingehend und zahlenmäßig nachgewiesen. Dieselbe Mitteilung aus meiner Dissertation 1898 habe ich auch in den „Annalen der Physik" 1898, S. 29, gemacht.

Prag, 1. I. 1918. Prof. Dr. Niethammer.

Erwiderung.

Zu einer Besprechung der Untersuchungen von J. D. BALL in „ETZ" 1917, S. 608, trage ich gern ergänzend nach, daß dieser Gegenstand u. a. auch schon von Prof. Dr. F. NIETHAMMER in seiner Arbeit „Einige experimentelle Untersuchungen über magnetische Hysterese" in „Wied. Ann.", Bd. 66, September 1898, und im Aufsatz „Magnetische Hysteresis und Wirbelströme" in „ETZ" 1898, S. 669 u. ff. kurz behandelt worden ist (vgl. auch „ETZ" 1912, S. 1092).

Bern, 22. I. 1918. Dr. Markus Dumermuth.

LITERATUR.

Besprechungen.

Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. Von Dr.-Ing. H. Rein. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von Dr. K. Wirtz. Mit 335 Textabbildungen, 4 lithographischen Tafeln und einem Bildnis des Verfassers. XVI u. 406 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 20 M.

Dr.-Ing. Hans Rein, der am 11. IV. 1915 den Heldentod fürs Vaterland gestorben ist, hat der Fachwelt ein Werk hinterlassen, das wert ist, ein Denkmal auf seinem Grab genannt zu werden. Bereits im Jahre 1910 war Rein mit seiner Erstlingsschrift: „Das radiotelegraphische Praktikum an der technischen Hochschule in Darmstadt" an die Öffentlichkeit getreten. Das kleine Werkchen hat unerwartet rasch den engen Kreis, für den es bestimmt war, durchbrochen, denn schon nach einem Jahre war es vergriffen und ist heute für jeden Fachmann, der sich auch meßtechnisch zu betätigen hat, ein unentbehrlicher Führer geworden. Die Erwartungen, die deshalb an das neuerschienene Reinsche Werk gestellt werden mußten, waren infolgedessen schon an und für sich hohe; aber selbst diese Erwartungen wurden durch die Wirklichkeit noch übertroffen, denn das Buch ist, um dies hier gleich vorweg zu nehmen, meines Erachtens, selbst den besten Büchern, die den gleichen Gegenstand behandeln, völlig ebenbürtig an die Seite zu stellen, ja, in einer Beziehung verdient es sogar unbedingt noch den Vorzug, u. zw. insofern, als es direkt aus der Praxis, der reichen Erfahrung und regen Gedankenwelt eines mitten im drahtlosen Betriebe stehenden Ingenieurs heraus geschrieben ist. Infolgedessen gibt das Buch auch vor allem dem Praktiker einen wahren Reichtum an Belehrungen und Anregungen zum eigenen Weiterbilden und Schaffen, anderseits wird aber auch wieder das Werk gerade dem, der die Hochfrequenztechnik nur aus dem Laboratorium und der wissenschaftlichen Literatur kennt, insofern von großem Wert sein können, als es ihm eine solide Brücke schlägt zwischen der Theorie und dem Experiment einerseits und der ausführenden Praxis und deren Bedürfnissen anderseits. Die Darstellungsweise in dem Reinschen Werk ist durchweg übersichtlich und klar, alle theoretischen Erklärungen sind stets mit den elementarsten Mitteln durchgeführt. Indem Rein die ganzen theoretischen Betrachtungen aufbaut auf die Gesetze des einfachen Wechselstromkreises, vermeidet er, was angesichts des Zweckes seines Buches nur zu begrüßen ist, eine allzu tiefgehende Theoretisierung der auf dem Gebiete auftretenden Probleme und zieht die Theorie überhaupt nur insofern heran, als sie zur Entwicklung derjenigen Gleichungen notwendig ist, deren Lösung mit der Beantwortung technischer Aufgaben in unzertrennlichem Zusammenhang

Digitized by Google

tehen. Als wertvolle Bereicherung des Werkes müssen auch die an den verschiedensten Stellen eingeschobenen praktischen Berechnungsbesipiele angesprochen werden.

Das Buch zerfällt im ganzen in fünf Abschnitte. Der erste dieser Abschnitte gilt einem allgemeinen Überblick über die Grundelemente der drahtlosen Telegraphie, oder, wie Rein sie nennt, die Stationsbestandteile, als Kondensatoren, Selbstinduktionsspulen, Variometer, Kopplungsspulen, Wellenmesser, Ladevorrichtungen und schließlich Funkenstrecken.

In der zweiten Abteilung befaßt sich Rein mit den verschiedenen Sendesystemen, vom alten Marconi-Sender beginnend bis zum modernsten Hochfrequenz-Erzeugungssystem, dem statischen Frequenzwandler. Die Darlegungen werden hier, wie übrigens auch in allen anderen Abschnitten, durch eine beträchtliche Menge von durchweg ausgezeichneten Abbildungen bestehender Systeme und nicht zuletzt durch eine Reihe ganz prächtiger oszillographischer Aufnahmen ungemein belebt.

Im dritten Teile befaßt sich der Verfasser sodann mit der Empfangsseite. Als überaus geschickt muß die Disponierung dieses Abschnittes angesehen werden. Es werden nämlich zuerst die Bedingungen für Empfangsschaltungen zur Erzielung möglichst großer Nutzleistungen unter der Annahme theoretisch festgelegt, daß die Empfangsantenne von einem gewissen, gedämpften oder ungedämpften elektromagnetischen Feld erregt, d. h., in ihr eine konstante oder abklingende Wechsel-EMK von bestimmter Größe induziert wird. Erst dann wird auf die Theorie der Empfangsschaltungen unter Berücksichtigung der Sendeseite eingegangen und näher untersucht, inwieweit die größte Nutzleistung und der Wirkungsgrad der Übertragung und schließlich die Abstimmschärfe zwischen Sender und Empfangsseite von der Beschaffenheit des Senders, bezüglich seines Charakters als gedämpfter oder ungedämpfter Sender, abhängt. Ein kurzer Abschnitt über die Einflüsse der Raumeigenschaften zwischen Sender und Empfänger auf die Übertragung beschließt die theoretische Seite dieser Abteilung. Es wird sodann noch auf eine große Reihe von Wellenanzeigern, Detektoren usw. eingegangen, Mittel zur Störungsbefreiung auf der Empfangsseite, Schaltungen für Mehrfachempfang und Maßnahmen zur Geheimhaltung der Nachrichten besprochen.

Der vierte Abschnitt wendet sich sodann der drahtlosen Telephonie zu. In ihm wird hauptsächlich der Telephoniesender von Telefunken näher erläutert. Erwähnung finden auch die Kathodenröhren-Sender zum Zwecke der drahtlosen Telephonie, die allerdings, weil vorläufig nur ganz geringe Energiemengen damit auszulösen sind, nur für ganz kleine Entfernungen in Betracht kommen.

Im fünften und letzten Abschnitt hat schließlich das Problem der Richtungstelegraphie Aufnahme gefunden.

Alles in allem bietet das Werk von Rein eine wertvolle und erstklassige Bereicherung unserer radiotechnischen Literatur, und es darf an dieser Stelle nicht unausgesprochen bleiben, daß Herr Prof. Dr. K. Wirtz, Darmstadt, sich des aufrichtigen Dankes der ganzen Fachwelt verdient gemacht hat, indem er die fast vollendete Arbeit seines jungen Freundes nach dessen Tode ihrem großen Endziele, der breiten Öffentlichkeit, zugeführt hat.

Dr.-Ing. L. Kühn.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Bekanntmachungen über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter in den Jahren 1909 bis 1917. Band 2. Nr. 47 bis 119. System $\frac{\square}{51}$ bis $\frac{\square}{92}$ und $\frac{\square}{1}$ bis $\frac{\square}{2}$. Zugelassene Änderungen dieser und älterer Systeme. Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Verlag von Julius Springer, Berlin 1917. Preis 1,00 M.

[Die Zusammenstellung enthält ein Verzeichnis der Bekanntmachungen allgemeinen Inhalts, Verzeichnisse der Firmen, der Systemnummern von Zählern, der Formenzeichen von Zählern, der Systemnummern von Apparaten und der Prüfämter. Diese Verzeichnisse gestatten, für eine bestimmte Systemnummer oder ein Formzeichen einer Firma die einschlägige Bekanntmachung aufzufinden. Da derartige Verzeichnisse für den ersten Band fehlten, so ist die obige Zusammenstellung auf sämtliche bisher erschienenen Bekanntmachungen ausgedehnt worden.]

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Rheinische Schuckert-Gesellschaft für elektrische Industrie A.G., Mannheim.[1]) In dem Bericht über das am 31. VII. 1917 abgelaufene 21. Geschäftsjahr wird u. a. auch die inzwischen vollzogene Namensänderung in Rheinische Elektrizitäts-A.G. erwähnt, welche bezwecken soll, künftig Verwechslungen mit den Rheinischen Siemens-Schuckertwerken, Mannheim, zu vermeiden. Diese Änderung erfolgte im Einvernehmen mit den Siemens-Schuckertwerken und der El.-A.G. vorm. Schuckert & Co. Nachdem Ende Juli 1917 die Stammanteile der Rheinischen Siemens-Schuckertwerke veräußert wurden, erreichte der seit 1904 bestehende Vertrag sein Ende. Dem Gewinn von 2,259 Mill. M (2,178 i.V.) stehen gegenüber Unkosten von 0,588 Mill. M (0,452 i.V.), Zinsen von 0,608 Mill. M (0,609 i.V.), Abschreibungen von 0,299 Mill. M (0,264 i.V.) und Kriegsunterstützungen von 0,201 Mill. M (0,294 i.V.). Von dem Überschuß von 0,923 Mill. M (0,911 i.V.) sollen 5% Dividende auf 11 Mill. M Aktienkapital (wie i.V.) gezahlt werden, der Rest von 0,373 Mill. M (0,361 i.V.) wird vorgetragen. Die mit 41,589 Mill. M (40,397 i.V.) abschließende Bilanz bewertet die Betriebsunternehmungen mit 11,383 Mill. M (10,688 i.V.), Beteiligungen mit 16,878 Mill. M (16,214 i.V.), Mobilien, Fahrzeuge und Verwaltungsgebäude mit 1,699 Mill. M (1,361 i.V.) Effekten mit 0,480 Mill. M (0,085 i.V.), Kasse, Wechsel und Bankguthaben mit 1,422 Mill. M (2,495 i.V.); Schuldnern mit 9,272 Mill. M (8,986 i.V.) stehen Gläubiger mit 8,771 Mill. M (9,402 i.V.) gegenüber. -z.

Elektricitätswerk Westfalen A.G., Bochum.[2]) Nach dem Bericht über das am 31. III. 1917 abgelaufene 11. Geschäftsjahr wurden abgegeben im Bezirk Bochum 66,065 Mill. kWh (55,151 i.V.), im Bezirk Münster 20,607 Mill. kWh (16,013 i.V.); von der Gesamtlieferung von 86,672 Mill. kWh (71,163 i.V.) entfielen auf Licht 7,198 Mill. kWh (6,848 i.V.), auf Kraft 73,529 Mill. kWh (58,974 i.V.) und auf Straßenbahnen 5,945 Mill. kWh (5,341 i.V.). Die Zahl der Abnehmer stieg von 23 286 auf 26 087, ihr gesamter Anschlußwert von 90 377 auf 102 010 kW, darunter 82 378 bezw. 93 847 PS Motoren und Apparate. Vom Gemeinschaftswerk Hattingen, das 46,035 Mill. kWh (42,183 i.V.) nutzbar abgab, wurden entnommen 24,435 Mill. kWh (25,465 i.V.). Die Einnahmen aus Stromlieferung und Zählermieten betrugen 5,664 Mill. M (4,899 i.V.), aus Gaslieferung 0,641 Mill. M (0,554 i.V.), sonstige Einnahmen 1,267 Mill. M (0,544 i.V.). Die Betriebs- und Geschäftsunkosten stellten sich auf 5,098 Mill. M (3,424 i.V.), Zinsen auf 1,157 Mill. M (1,121 i.V.). Aus dem Überschuß von 0,392 Mill. M (0,522 i.V.) werden 4% Gewinnanteil (6 i.V.) auf 6 Mill. M Aktienkapital (wie i.V.) gezahlt, 19 500 M (wie i.V.) dem Aufsichtsrat überwiesen und 0,133 Mill. M (0,142 i.V.) vorgetragen. Die mit 44,869 Mill. M (41,479 i.V.) abschließende Bilanz bewertet Grundstücke und Gebäude mit 2,251 Mill. M (2,122 i.V.), Leitungen, Ortsnetze, Schaltwerke, Transformatoren, Zähler, Gaswerke usw. mit 26,290 Mill. M (25,576 i.V.), das Gersteinwerk mit 4,585 Mill. M (2,092 i.V.), Beteiligungen mit 3,013 Mill. M (2,848 i.V.), Wertpapiere, Darlehen, Sicherheiten, Kasse mit 3,944 Mill. M (4,767 i.V.), Lagerbestände mit 0,105 Mill. M (0,097 i.V.), halbfertige Anlagen mit 0,462 Mill. M (0,538 i.V.), Beamtenfürsorge mit 0,244 Mill. M (0,193 i.V.). Schuldnern mit 3,830 Mill. M (3,024 i.V.) stehen Gläubiger mit 3,014 Mill. M (wie i. V.) gegenüber. —z.

Nordostschweiz. Kraftwerke A.G. Baden.[3]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 4,365 Mill. Fr (4,081 i.V.) und der Reingewinn 1,309 Mill. Fr (1,333 i.V.). Es sollen 7% Dividende auf 18 Mill. Fr (wie i.V.) gezahlt werden.

Elektrische Überlandzentrale Weferlingen u. Umgegend, e. G. m. b. H.[4]) Nach dem Bericht über 1916/17 betrugen die Einnahmen 0,790 Mill. M (0,639 i.V.), der Gewinn 0,109 Mill. M (0,034 i.V.). Angeschlossen waren 205 Orte (163 i.V.) mit 11 863 kW Anschlußwert (11 796 i.V.). Bezogen wurden von der Zentrale Harbke 7,599 Mill. kWh (5,941 i.V.), abgegeben wurden 5,223 Mill. kWh (4,292 i.V.).

[1]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 44.
[2]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1916, S. 560.
[3]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 292.
[4]) Bericht über 1913/14 vgl. „ETZ" 1915, S. 84.

Überlandstromverband Freiberg, Lichtenberg i. Erzgeb. Nach dem Bericht über das 5. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 0,911 Mill. M (0,724 i.V.), der Reingewinn 0,110 Mill. M (0,060 i.V.). Die Jahreserzeugung ist von 6,142 auf 9,753 Mill. kWh, der Anschlußwert von 12 633 auf 14 090 kW gestiegen, darunter 11 785 kW Kraft (10 533 i.V.).

Städtisches Elektrizitätswerk Berlin-Steglitz.[1]) Nach dem Bericht über 1916/17 betrugen die Einnahmen 1,047 Mill. M (0,997 i.V.), der Reingewinn 0,227 Mill. M (0,272 i.V.). Die nutzbar abgegebene Arbeit stellte sich auf 6,511 Mill. kWh (6,175 i.V.), der Anschlußwert auf 10 418 kW (9212 i.V.), die Zahl der Abnehmer auf 8577 (7677 i.V.). Der Kohlenverbrauch für 1 erzeugte kWh betrug 1,42 kg = 3,2 Pf, die Gesamtausgaben für 1 erzeugte kWh betrugen 8,8 Pf, für 1 bezahlte kWh 11,6 Pf, die durchschnittliche Einnahme für 1 verkaufte kWh betrug 14,9 Pf.

Landkraftwerke Leipzig A.G., Kulkwitz. Nach dem Bericht über 1916/17 betrugen die Einnahmen 2,394 Mill. M (1,882 i.V.), der Reingewinn 0,534 Mill. M (0,481 i.V.). Es wird eine Dividende von 5% (4½ i.V.) auf 10 Mill. M vorgeschlagen. Erzeugt wurden 29,495 Mill. kWh (25,153 i.V.), bezogen 4,243 Mill. kWh (0,201 i.V.); der Anschlußwert stieg um 10% auf 59 841 kW, die Zahl der versorgten Orte auf 879.

A.G. für Elektricitäts-Anlagen, Berlin.[2]) Nach dem Bericht über das 20. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 1,177 Mill. M (1,326 i.V.), der Reingewinn 0,592 Mill. M (0,767 i.V.). Es sollen 6% Dividende (8 i.V.) auf 10 Mill. M verteilt werden.

Lech-Elektrizitätswerke A.G., Augsburg.[3]) Nach dem Bericht über das 15. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Überschüsse aus Betrieb und Installationen 2,448 Mill. M (2,316 i.V.) und der Reingewinn 1,104 Mill. M (0,904 i.V.); es sollen 8% Dividende (wie i.V.) auf 12 Mill. M (9,750 i.V.) gezahlt werden.

Gesellschaft der Lodzer Elektrischen Straßenbahnen, Lodz. Nach dem Bericht über das Jahr 1916 betrugen die Einnahmen 967 236 Rbl. (627 018 i.V.), der Reingewinn 142 728 Rbl. (i.V. 2289 Rbl Verlust). Eine Dividende wird nicht verteilt (wie i.V.).

A.G. Straßenbahn und Elektrizitätswerk Altenburg.[4]) Nach dem Bericht über das 23. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 0,472 Mill. M (0,444 i.V.), der Reingewinn 0,148 Mill. M (wie i.V.). Es sollen 9½% Dividende auf 1 Mill. M (wie i.V.) gezahlt werden.

Kraftwerk Thüringen A.G., Gispersleben.[5]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 1,263 Mill. M (1,013 i.V.) und der Reingewinn 0,436 Mill. M (0,366 i.V.). Es soll eine Dividende von 7% (wie i.V.) auf 4 Mill. M (0,5 i.V.) gezahlt werden. Die Stromerzeugung der Werke Gispersleben und Oberweimar einschl. des Bezuges aus den Werken Erfurt und Apolda stieg von 4,6 auf 7,7 Mill. kWh.

Firmenverzeichnis.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft Jakobine und Umgegend, G. m. b. H., Jakobine (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Voltohm, Seil- und Kabelwerke A. G., Frankfurt a.M.: um 0,5 auf 1,5 Mill. M (beantragt).

Schweiz. Die Firma A. Tribelhorn & Co, Fabrik elektrischer Fahrzeuge, Feldbach, erhöht ihr Aktienkapital um 0,5 auf 0,75 Mill. Fr.

Verschiedene Nachrichten.

Westinghouse Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Berlin. Auf Grund der Verordnung betr. die zwangsweise Verwaltung amerikanischer Unternehmungen ist die Zwangsverwaltung der Gesellschaft angeordnet worden.

[1]) Bericht über 1914/15 vgl. „ETZ" 1915, S. 517.
[2]) Bericht über 1914/15 vgl. „ETZ" 1916, S. 240.
[3]) Bericht über 1913/14 vgl. vgl. „ETZ" 1915, S. 252.
[4]) Bericht über 1912/13 vgl. „ETZ" 1913, S. 1272.
[5]) Vgl. auch „ETZ" 1915, S. 430.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 7. Wer liefert Apparate zur elektrischen Staubabscheidung aus Gasen („ETZ" 1915, S. 461)?

Abschluß des Heftes: 9. Februar 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 21. Februar 1918. Heft 8.

Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs elektrischer Arbeit.[1])

Von G. Dettmar, Vertreter des Reichskommissars für die Kohlenverteilung (Abt. Elektrizität) und Leiter der Elektrizitätswirtschaftsstelle, Berlin.

Die Zahl der von den deutschen öffentlichen Elektrizitätswerken in den letzten Jahren abgegebenen Kilowattstunden ist in außerordentlich starkem Maße angewachsen. Dies ist zum Teil darauf zurückzuführen, daß Einzelanlagen, in denen die Besitzer für eigene Zwecke elektrische Arbeit erzeugt haben, an die Elektrizitätswerke angeschlossen wurden. Aber zum erheblicheren Teil beruht die Steigerung darauf, daß der Handbetrieb immer mehr durch Maschinenbetrieb ersetzt worden ist. Besonders seit Kriegsbeginn hat man die fehlenden menschlichen Arbeitskräfte in dieser Weise ersetzt. Durch diese Entwicklung wurde der Kohlenverbrauch bis zur äußersten Grenze gesteigert. Eine Vermehrung der im Bergbau beschäftigten Personen könnte vielleicht diese Grenze hinausrücken. Das würde in Friedenszeiten möglich sein, aber nicht unter den jetzigen Umständen, denn zunächst fehlen die betreffenden Personen, und außerdem sind noch eine Reihe von anderen Gegengründen wirksam, die hier näher zu erörtern zu weit führen würde. Sie bewirken, daß die Förderung der Kohle nicht in beliebigem Maße gesteigert werden kann. Wir müssen also mit der Tatsache rechnen, daß die uns zur Verfügung stehende Kohlenmenge begrenzt ist, und daraus folgt, daß wir diese Kohlenmenge mit aller Umsicht verteilen müssen, und daß wir äußerste Sparsamkeit in dem Verbrauch von Kohlen walten lassen müssen. Es ist fraglos richtiger, einen eingeschränkten Betrieb der Elektrizitätswerke ununterbrochen durchzuführen, als einen Vollbetrieb öfters unterbrechen zu müssen. Hierbei würden nämlich gerade die Betriebe höchster Wichtigkeit, auf deren ununterbrochene Aufrechterhaltung es ankommt, Störungen ausgesetzt sein, was aber im Interesse der Landesverteidigung unbedingt berücksichtigt werden muß. Es muß weiterhin vermieden werden, daß eine große Zahl von Arbeitern durch den Stillstand eines Elektrizitätswerkes plötzlich beschäftigungslos werden.

In welchem Umfange die Erzeugung der Elektrizitätswerke usw. in der letzten Zeit gestiegen ist, zeigen die folgenden Zahlen. Die Gesamterzeugung der Elektrizitätswerke hat betragen:

1909 ungefähr 1,5 Milliarden kWh
1913 „ 5,1 „ „

und sie wird 1917 ungefähr 10 Milliarden kWh werden. Sie ist in dem kurzen Zeitraum von acht Jahren auf über das Sechsfache gestiegen.

Der Anteil der Elektrizitätswerke am Gesamtkohlenverbrauch ist verhältnismäßig klein.

Es wird deshalb leicht der Einwand gemacht werden, es habe keinen Zweck, bei der Elektrizitätserzeugung mit Kohlen zu sparen. Der ganze Verbrauch setzt sich aber aus einer Summe von lauter so kleinen Teilen zusammen. Die verschiedenen Industriegruppen sind in der Größenordnung von 3 bis 5% vertreten (mit Ausnahme der Schwerindustrie) und wenn jede der kleinen Gruppen es für nicht lohnend hielte, zu sparen, dann käme überhaupt keine Ersparnis zustande. Es gibt nur den einen Weg, bei allen gleichmäßig zu sparen.

Einige Zahlen sollen eine Vorstellung geben, in welchem Verhältnis die Erzeugung elektrischer Arbeit sich verteilt auf die Hauptverwendungsgebiete Licht und Kraft. Vor 25 Jahren waren die Elektrizitätswerke fast reine Lichtwerke; sie wurden damals auch als Luxusanstalten angesehen, da es sich bei der geringen Menge von Beleuchtung, die sie speisten, im wesentlichen um Luxusbeleuchtung handelte. Die Verhältnisse haben sich aber völlig geändert, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht. Es wurden verwendet:

1895 für Beleuchtung 80% der Gesamtabgabe
1905 „ „ 41% „ „
1915 „ „ 10% „ „

und jetzt 1917 ist der Verbrauch für Beleuchtung etwas kleiner als 8%.

Sehr interessant sind z. B. die Betriebsergebnisse des Elektrizitätswerks Düsseldorf. Es hat für Licht und Kraft die in folgender Zahlentafel angegebene Zahl von Kilowattstunden abgegeben.

Jahr	Nutzbar abgegebene kWh für Licht	Kraft
1894	385 063	5 565
1900	968 185	416 531
1906	2 852 999	1 183 781
1912	6 606 974	16 276 711
1916	6 344 212	47 508 082

Es zeigt sich also auch an dem Einzelwerk dieselbe Entwicklung und das ungeheure Anwachsen der Kraftstromabgabe, das erst schnelle Steigen und nachher annähernde Gleichbleiben der Abgabe für Licht. Dieses Gleichbleiben der Zahl der Kilowattstunden für Licht bedeutet natürlich nicht einen Stillstand in dem Anschluß von elektrischer Beleuchtung, sondern ist so zu erklären, daß zwar eine außerordentlich starke Zunahme in der Zahl der angeschlossenen Lampen stattgefunden hat, aber der spezifische Verbrauch derselben stark heruntergegangen ist. Bei dem Elektrizitätswerk Düsseldorf ist sogar vom Jahre 1913 ab ein Rückgang in der Zahl der Kilowattstunden für Beleuchtung eingetreten, obgleich die Zahl der Lampen ganz erheblich zugenommen hat.

Aus allen diesen Zahlen ist zu ersehen, daß eine bedeutende Kohlenersparnis ohne Einschränkung der Kraftstromlieferung nicht möglich ist. Die Stromlieferung für Beleuchtung ist, wie gesagt, verhältnismäßig klein, und dementsprechend wird auch die Ersparnis an Kohlen durch Ersparnis an Beleuchtung im Verhältnis klein sein. Es wird sich allerdings später zeigen, daß in Wirklichkeit doch die Ersparnisse größer sind, als man hiernach zunächst annehmen sollte.

Auch in der Industrie wird es möglich sein, durch zweckmäßige Maßnahmen bei vielen Betrieben im einzelnen erheblich zu sparen und durch die richtige Abwägung der einzelnen Betriebe gegeneinander im ganzen wesentliche Einschränkungen zu erzielen. Es wird ganz besonders möglich sein, Verbesserungen in den Betrieben durchzuführen und zu erreichen, daß sparsamer gearbeitet wird; denn in den letzten Jahren ist die industrielle Erzeugung wesentlich von dem Gedanken geleitet gewesen, möglichst viel herzustellen, ohne Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit. Mit diesem Gesichtspunkt muß aber jetzt gebrochen werden, und es muß auch die Frage der Wirtschaftlichkeit ernstlich geprüft werden, um die Ausnutzung der begrenzten Kohlenbestände möglichst weit zu treiben.

Ein bedeutender Teil der Kraftstromlieferung der Elektrizitätswerke geht auch in die Landwirtschaft. Durch den Mangel an Menschen ist die Landwirtschaft, die schon vor Ausbruch des Krieges die Elektrizität als Hilfsquelle gegen die Leutenot benutzt hatte, gezwungen gewesen, dies in noch stärkerem Maße zu tun. In den ersten Kriegsjahren wurden die Überlandzentralen in geradezu unglaublicher Weise ausgebaut, und es wurden überall Motoren aufgestellt zum Dreschen, Futterschneiden, Wasserpumpen usw. Es wird natürlich auch hier nicht leicht sein, Ersparnisse durchzuführen, denn wenn ein Rückgang in der Erzeugung der Lebensmittel einträte, würde es uns ebenso schwer treffen, als wenn eine Minderung in der Munitionserzeugung hervorgebracht wird. Es wird aber auch da möglich sein, durch sinngemäße Behandlung Ersparnisse erzielen zu können. Es sei hier z. B. nur eine wichtige Maßnahme genannt, nämlich die Abschaltung von Teilen der Überlandnetze während der Nachtstunden. In einer Anzahl von Überlandwerken ist diese Maßnahme bereits mit gutem Erfolg durchgeführt. In der Zeit von 11 Uhr nachts bis 4 Uhr morgens werden solche Teile des Netzes, in denen keine Anlagen von großer Bedeutung angeschlossen sind, vollständig abgeschaltet, und die gesamte Leerlaufarbeit dieser Teile wird gespart.

Ein anderer großer Verbraucher von Kraftstrom sind die Verkehrsanstalten und insbesondere die Straßenbahnen. Eine Einschränkung bei ihnen ist natürlich auch in vielen Fällen von erheblicher Bedeutung und macht sich in Form von Zeitverlust bemerkbar. Aber nicht nur die Straßenbahnen sind hier als besonders wichtig zu betrachten, sondern auch die Bahnhöfe, die zum großen Teil von den Elektrizitätswerken aus beleuchtet werden, und denen auch die Kraft für den Betrieb der Weichen, Schiebebühnen usw. zugeführt wird. Es sind aber bei allen diesen Anwendungen der Elektrizität Einschränkungen möglich. Ganz besonders dürfte dies bei den Straßenbahnen der Fall sein, und zwar hauptsächlich in mittleren und kleineren Städten. In großen Städten ist eine Einschränkung des Straßenbahnbetriebes wegen der großen Entfernungen schwer durchführbar. Außerdem sind die meisten unserer Großstädte stark industriell ausgebildet, so daß dort die Arbeitertransporte von erheblicher Bedeutung sind, und infolgedessen muß der Verkehr in möglichst weiten Grenzen aufrechterhalten werden. Aber auch in den großen Städten wird es möglich sein, an Außenlinien, Ausflugslinien usw. zu sparen. Es wird außerdem auch möglich sein, zeitweilig Wagen ausfallen zu lassen, z. B. in Zeiten geringeren Verkehrs. Man wird die eine oder andere Linie ganz außer Betrieb nehmen können. Ferner wird ein späterer Anfang und früherer Schluß des Betriebes zu überlegen sein. In einer Anzahl von kleineren Städten hat man noch keine Haltestellen eingeführt, sondern die Wagen

[1]) Vortrag, gehalten in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins" vom 23. X. 1917 („ETZ" 1917, S. 519). Bei dem Vortrage wurden eine Reihe von statistischen Zahlen mitgeteilt und einige Angaben gemacht, die hier weggelassen worden sind. Die Diskussion wird in einem der nächsten Hefte abgedruckt werden.

Digitized by Google

halten auf Verlangen. Dort wird man Zwang ausüben müssen, Haltestellen einzurichten. Man wird ferner die Zahl der Haltestellen verringern können. Die Entfernungen wird man auf 250 bis 450 m ohne weiteres annehmen können, während sie jetzt vielfach 70 bis 80 m betragen; ferner wird man die Beleuchtung der Straßenbahnwagen vermindern und die Heizung im Winter, soweit sie vom Netz aus gespeist wird, ganz unterlassen können. Man wird ferner eine günstige Ausnutzung der Bahnen dadurch herbeiführen können, daß die Anfangs- und Schlußzeiten der Fabriken, Bureaus usw. zweckmäßiger gelegt werden. Es ist wichtig, die sogenannten Verkehrsspitzen möglichst zu vermeiden.

Alle diese Einschränkungen, die ich hier nur andeuten kann, sind außerordentlich schwierig durchführbar, und ganz besonders deshalb, weil in beinahe jedem Orte andere Verhältnisse vorliegen. Es wird also nur möglich sein, die notwendigen Maßnahmen unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse einzeln durchzuführen.

Bezüglich der Lichtversorgung ist zunächst zu bemerken, daß deren Einschränkung nicht so tief eingreifend wirkt, wie die der Kraftversorgung. Es ist dabei viel eher möglich, Ersparnisse zu erzielen, ohne so schwere Folgen herbeizuführen. Wie schon erwähnt, ist der Anteil der Beleuchtung am Kohlenverbrauch sehr gering, es will daher auf den ersten Blick scheinen, als wenn durch die Ersparnis an Beleuchtung keine erhebliche Kohlenersparnis erzielt werden könnte. Bei richtiger Betrachtung findet man aber, daß durch Einschränkung der Beleuchtung wesentlich mehr Kohle gespart werden kann, als im Verhältnis zu der für Licht abgegebenen Kilowattstundenzahl steht, und zwar ist dies begründet in den Belastungsverhältnissen der Elektrizitätswerke, d. h. in der durch Beleuchtung hervorgebrachten „Spitze".

In Abb. 1 ist die Belastungskurve eines Elektrizitätswerkes am Tage des höchsten Verbrauchs (Dezember) dargestellt. Die Abszisse läuft von Mitternacht bis Mitternacht. Die Ordinate gibt die jeweilige Belastung in Kilowatt an. Man ersieht daraus, daß nachts die Belastung verhältnismäßig niedrig ist, morgens plötzlich ansteigt, bald etwas sinkt, um dann bis nachmittags gleichmäßig zu verlaufen, mit Ausnahme der Frühstücks- und Mittagspausen. Bei Eintritt der Dunkelheit setzt plötzlich eine starke Belastungszunahme ein, welche nach wenigen Stunden ebenso schnell wieder verschwindet. Diese „Spitze" entsteht durch die Beleuchtung. Für die kurze Zeit dieser Belastungssteigerung ist es natürlich notwendig, neben einer starken Heranziehung der schon in Betrieb befindlichen Kessel und Maschinen eine Anzahl von Kesseln und Maschinen mehr in Betrieb zu nehmen als während des ganzen übrigen Tages. Wenn es möglich ist, die kurzzeitige Lichtbelastung zu verringern und die während des ganzen Tages annähernd gleichmäßige Motorenbelastung während der Beleuchtungszeit zu erniedrigen, so erübrigt sich die Inbetriebnahme neuer Kessel und Maschinen. Das ist aber naturgemäß mit einer merklichen Ersparnis an Kohle verbunden. Diesem Gewinn an Brennmaterial steht kein Ausfall in der Produktion gegenüber, denn die während der Beleuchtungsperiode stillgesetzten Motoren können entweder während der Tagesstunden oder noch besser während der späten Abendstunden oder Nachtstunden ihre Arbeit verrichten. Man erhält also lediglich durch eine Verschiebung der Belastung eine Ersparnis an Kohle.

Bei einer Belastungskurve, wie sie Abb. 1 darstellt, läßt sich eine solche Maßnahme ohne weiteres durchführen. Bei der in Abb. 2 dargestellten Belastungskurve wird es nicht gelingen, die „Spitze" vollkommen zu beseitigen. Da die gewerbliche Grundbelastung sehr niedrig ist, wird es nicht möglich sein, während der Lichtperiode so viel Motoren außer Tätigkeit zu setzen, wie zur völligen Beseitigung der „Spitze" notwendig sind. Es wird aber auch da gelingen, den Belastungsverlauf durch zeitliche Verteilung des Kraftbedarfs erheblich zu verbessern. Außerdem ist es bei solchen Werken, die im wesentlichen Lichtbelastung haben, notwendig, etwas weitergehende Einschränkung in der Beleuchtung vorzunehmen. Bei der in Abb. 3 dargestellten Belastungskurve verschwindet die Beleuchtung fast völlig gegenüber der Motorenbelastung, so daß bei solchen Werken eine Absenkung der „Spitze" bedeutungslos ist.

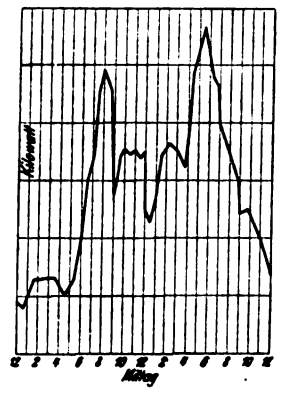


Abb. 1.

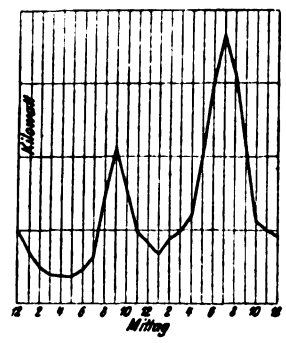


Abb. 2.

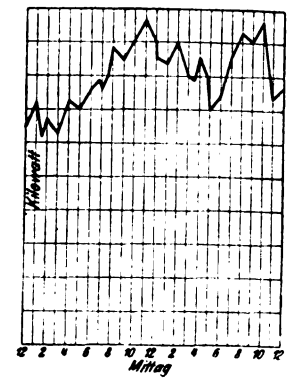


Abb. 3.

Bei einer Reihe von Elektrizitätswerken zeigt sich außer der „Abendspitze" auch noch eine stark ausgeprägte „Morgenspitze", die unter Umständen die gleiche Höhe erreichen kann, wie die erstgenannte. Auch die „Morgenspitze" macht sich für die Betriebsführung sehr unangenehm geltend. Man muß bemüht bleiben auch sie zu beseitigen, um die Inbetriebsetzung besonderer Kessel und Maschinen auch für etwa 1½ Stunden am Morgen zu vermeiden. Diese „Morgenspitze" ist aber nur während kurzer Zeit des Jahres vorhanden, während die „Abendspitze" während der ganzen Dauer der dunklen Monate auftritt und dadurch in bezug auf die Kohlenersparnis von größerer Bedeutung ist.

Die Belastungskurve, die in Abb. 1 dargestellt ist, entspricht ungefähr den mittleren Verhältnissen, wie sie bei der überwiegenden Zahl der Elektrizitätswerke in Deutschland vorhanden ist. Die Kurve in Abb. 3, die die Verhältnisse des fast reinen Kraftwerkes darstellt, ist nur vereinzelt vorhanden, und zwar nur bei Werken in Industriebezirken. Die in Abb. 2 gezeigte Kurve, die des fast reinen Lichtwerkes, ist heute auch nur noch selten. Die Maßnahmen, die man zu treffen hat, sind dementsprechend durch die mittleren Verhältnisse bedingt. Es wird in den meisten Fällen tatsächlich möglich sein, eine völlige Beseitigung, zum mindesten eine starke Verminderung der „Lichtspitze" und damit eine bessere Ausnutzung der Kohle herbeizuführen.

Dadurch erreicht man gleichzeitig, daß weniger Personal gebraucht, die Reserve vergrößert wird, und daß die Betriebsmittel geschont werden. Während der Dauer des Krieges konnten leider die Elektrizitätswerke nicht immer und überall so instand gehalten werden, wie dies in Friedenszeiten üblich gewesen ist. Es war nicht möglich, überall die Reparaturen sofort durchzuführen, und man mußte vielfach die Maschinen überlasten. So sind sie in einen Zustand gekommen, der nicht normal ist. Diese Verhältnisse werden wesentlich gebessert durch Beseitigung oder Absenkung der „Spitze". Es ist auch als sicher zu erwarten, daß die Ergebnisse, die man erreichen wird, den Weg zeigen, auch in Friedenszeiten dieser Beseitigung der „Spitze" mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden als früher. Es werden sich daraus für die Elektrizitätswerke große Vorteile ergeben. Man wird auf Jahre hinaus Erweiterungen vermeiden können, denn diese sind fast immer nur mit Rücksicht auf die „Spitze" gemacht worden. Dieser Vorteil wird ganz besonders erreicht werden können in Verbindung mit Leitungen, durch die in der Nähe liegende größere Werke gekuppelt werden. Auch für die in Aussicht genommene bessere Ausnutzung der Kohle durch Vergasung hat diese „Spitzenabsenkung" ganz außerordentlich große Bedeutung, denn gerade die schwankende Belastung ist der Haupteinwand gegen diese Art der Ausnutzung der Kohle.

Ich will nun die Maßnahmen aufzählen, welche zur „Spitzenabsenkung" dienen können. Es sei der Deutlichkeit halber betont, daß natürlich nicht alles das, was ich anführe, bei jedem Werke durchgeführt werden soll. Es sind Grundsätze, die ich für die Absenkung der „Spitze" aufgestellt habe, wie sie überhaupt in Frage kommen können, und sie sollen zur Auswahl dienen unter Berücksichtigung der jeweiligen Verhältnisse.

Grundsätze für die „Spitzenabsenkung" bei Elektrizitätswerken.

A. Beleuchtung:

1. Einführung durchgehender Arbeitszeit, Schluß um 5 Uhr. Ist längere Arbeitszeit notwendig, Wiederbeginn erst nach ½8 Uhr.
2. Theaterbeginn in den Wintermonaten wochentags nicht vor ½8 Uhr, besser erst 8 Uhr, Kinos in den Wintermonaten wochentags zwischen 5 und 7 Uhr schließen.
3. Einschränkung der Schaufensterbeleuchtung, aber deren Ausnutzung für die Straßenbeleuchtung.
4. Einschränkung der Beleuchtung der Läden.
5. Weitgehende Einschränkung der Beleuchtung der Kaffeehäuser, Restaurants, Hotels usw.
6. Weitgehende Einschränkung der Straßenbeleuchtung.
7. Schließung oder weitgehende Einschränkung in der Benutzung öffentlicher Gebäude (Museen, Konzertsäle usw.) in der Zeit von 4 bis ½8 Uhr.
8. Sparsamkeit mit Licht im Haushalt.
9. Auswechselung von Kohlenfadenlampen durch Metallfadenlampen höchstens gleicher Kerzenstärke.

B. Kraftbetrieb:

1. Stillegung aller Motoren, die nicht unbedingt den ganzen Tag gebraucht werden, von 4 bis ½8 Uhr nachmittags in der Zeit vom 15. Oktober bis Ende Februar.
2. Verbot der Benutzung von Personenaufzügen in der Zeit vom 15. Oktober bis Ende Februar von 4 bis ½8 Uhr.
3. Verbot der Benutzung aller irgend entbehrlichen Lastenaufzüge in der „Spitzenzeit".
4. Betriebe mit Tag- und Nachtschicht sollen die Arbeitszeit so einteilen, daß eine Pause auf die Zeit von ½5 bis ½8 Uhr fällt.
5. Gruppenweise Verschiebung der Mittagspause der Fabriken.
6. Soweit angängig Nachtarbeit, insbesondere bei Elektrizitätswerken mit Wasserkraft.
7. Soweit durchführbar, ist Sonntags zu arbeiten, insbesondere bei Elektrizitätswerken mit Wasserkraft.

Digitized by Google

8. Aufstellung einer besonderen Dreschordnung, derart, daß in der „Spitzenzeit" nicht gedroschen wird, im übrigen mit zweckdienlicher Verteilung der Benutzung der Motoren. Es muß sowohl bei schlechtem, wie bei gutem Wetter gedroschen werden. Gruppenweise Verteilung der Brot- und Mittagspausen. Es ist tunlichst auch Sonntags und nachts zu dreschen.

C. Straßenbahnen:

1. Soweit angängig, Einschränkung der Straßenbahnen, zum mindesten der Außenlinien unter Berücksichtigung des Arbeiter-, Schüler- und Marktverkehrs.
2. Verringerung de Wagenfolge auf das Mindestmaß, aber unter Berücksichtigung des Verkehrs von und zu den Arbeitsstätten.
3. Verringern der Zahl der Haltestellen, insbesondere Beseitigung solcher, die in Steigungen oder Kurven liegen.
4. Beschränkung der Beleuchtung der Wagen.
5. Verbot der Heizung der Wagen vom Netz aus.

Diese Grundsätze sind aufgestellt für die Beseitigung der „Abendspitze". Soweit bei Elektrizitätswerken auch die „Morgenspitze" in Betracht kommt, ist das Gesagte sinngemäß anzuwenden.

Bei der Durchführung der „Spitzenabsenkung" ist noch zu beachten, daß, je größere Einschränkung der Beleuchtung in den Monaten Oktober bis Februar erreicht wird, desto weniger die gewerbliche Belastung aus der Beleuchtungszeit herausverlegt werden braucht.

Ich habe nun weiterhin ein Merkblatt ausgearbeitet, welches sich an die Verbraucher wendet, um sie anzuleiten, elektrische Arbeit und damit Kohle zu sparen. Das Merkblatt muß weitgehend verbreitet werden. Es enthält natürlich gegenüber den „Grundsätzen" einige Wiederholungen, da dieselben Mittel, die zur Absenkung der „Spitze" dienen, auch zur Ersparnis elektrischer Arbeit anzuwenden sind. Bei dem Merkblatt ist Wert darauf gelegt, den Kraftbetrieb besonders hervorzuheben, und er ist infolgedessen an die erste Stelle gesetzt.

Merkblatt.

Wie spart man elektrische Arbeit (und damit Kohlen)?

Im vaterländischen Interesse ist es notwendig, überall an elektrischer Arbeit und damit an Kohlen zu sparen. Dies muß insbesondere dadurch geschehen, daß jeder nur irgend entbehrliche Verbrauch unterbleibt. Soweit das nicht möglich, beachte man das Nachstehende:

A. Kraftbetrieb:

1. Man vermeide jeden längeren Leerlauf von Motoren.
2. Wenn der Motor in Betrieb ist, so belaste man ihn möglichst voll, indem man die zu erledigenden Arbeiten ansammelt und richtig verteilt.
3. Man lasse Arbeitsmaschinen und Vorgelege nicht unnötig leer mitlaufen; gegebenenfalls setze man nicht gebrauchte Arbeitsmaschinen, Vorgelege, Transmissionen usw. durch Entfernung des Riemens usw. still.
4. Man vermeide verwickelte Anordnungen, wie mehrfache Vorgelege, gekreuzte Riemen, lange Wellenstränge. Transmissionen belaste man nicht mitten zwischen, sondern nahe bei den Lagern. Der richtigen (weder zu großen noch zu kleinen) Riemenspannung wende man Aufmerksamkeit zu.
5. Vorschaltwiderstände, die elektrische Arbeit verzehren, verwende man nur in zwingenden Fällen.
6. Man benutze in der Zeit vom 15. Oktober bis Ende Februar Motoren nicht von 4 bis ½8 Uhr nachmittags.
7. Lastenaufzüge sollen nur für Lasten über 80 kg benutzt werden.
8. Personenaufzüge sollen nur selten und nur von kranken oder schwächlichen Personen benutzt werden.

B. Beleuchtung:

1. Man schalte Lampen, die nicht mehr gebraucht werden, sofort aus.
2. Man benutze nur die unbedingt notwendigen Lampen. Bei einem Beleuchtungskörper mit beispielsweise 5 Lampen schraube man 3 aus, bei größeren Beleuchtungskörpern mit beispielsweise 20 Lampen schraube man mindestens 12, wenn möglich 15 aus.
3. Bei einzelnen Lampen verwende man nicht unnütz hohe Kerzenstärken, vielmehr z. B. statt 50 Kerzen nur 32 oder 25, statt 25 nur 16 oder 10.
4. Sofern noch Kohlenfadenlampen Verwendung finden, tausche man sie sofort gegen Metallfadenlampen höchstens gleicher Kerzenstärke aus, da diese nur ⅓ der elektrischen Arbeit verbrauchen.
5. Die allgemeine Beleuchtung im Zimmer verringere man weitgehend und beschränke sich auf die ausreichende Beleuchtung am Gebrauchsort.
6. Man bringe die Glühlampe tunlichst nahe am Gebrauchsort an.
7. Durch richtige Anwendung von Reflektoren kann man die Beleuchtung an der Gebrauchsstelle verbessern, oft sogar bei geringem Verbrauch an elektrischer Arbeit.
8. Man beseitige lichtverzehrende Schirme und Gehänge, soweit sie nicht etwa für den Schutz der Augen unentbehrlich sind.
9. Arbeiten, die bei natürlichem Licht gemacht werden können, verrichte man nicht bei künstlicher Beleuchtung.

C. Straßenbahn.

Man benutze Straßenbahnen nicht unnütz, wenn man ohne große Mühe gehen kann; insbesondere in der Zeit der stärksten Benutzung der Straßenbahnen ist eine Entlastung derselben zugunsten solcher Personen, die unbedingt befördert werden müssen, wichtig.

D. Allgemeines.

Man lese in bestimmten Zeiträumen (je nach Höhe des Verbrauchs monatlich, wöchentlich oder täglich) selbst den Zähler ab.

Leider herrscht jetzt ein Mangel an Lampen niedriger Kerzenstärke. Soweit es nicht möglich ist, solche Lampen zu erhalten, ist es wichtig, die vorhandenen Lampen zweckmäßig zu verteilen. Man verwende von diesen diejenigen hoher Kerzenstärke stets dort, wo sie nur kurze Zeit benutzt werden. An Stellen, an denen die Lampen lange gebraucht werden, setze man die vorhandenen Lampen niedrigster Kerzenstärke ein.

Es bleibt nun noch zu verhandeln, in welcher Weise die Maßnahmen zur Einschränkung des Verbrauches elektrischer Arbeit durchgeführt werden sollen. Im Juni 1917 wurde ein besonderes Reichskommissariat für Elektrizität und Gas gegründet.[1]) Dieses ist inzwischen mit dem Reichskommissariat für die Kohlenverteilung vereinigt worden, was sich als zweckmäßig herausgestellt hat, weil die Verteilung der Elektrizität ja schließlich nichts anderes als Verteilung der Kohle ist. Der Reichskommissar für die Kohlenverteilung hat infolge dieser Neuorganisation vier Abteilungen in seinem Arbeitsbereich gebildet, und zwar eine allgemeine Abteilung unter Leitung des Herrn Bergrat Ziekursch, eine Abteilung „Elektrizität", welche zu leiten ich die Ehre habe, eine Abteilung für Gas, welche von Herrn Direktor Lempelius geleitet wird, und eine Abteilung für Heizung, welche Herrn Direktor Dieterich untersteht. Diese Abteilungen bearbeiten ihr Gebiet selbständig, ihre Leiter sind für ihr Arbeitsgebiet Vertreter des Reichskommissars für die Kohlenverteilung.

Was die Abteilung Elektrizität, die hier ja besonders interessiert, anbetrifft, so sind die Vorarbeiten so weit gediehen, daß in den ersten Tagen des November eine Bekanntmachung über die Einschränkung im Verbrauch elektrischer Arbeit erscheinen wird.[1]) Ich will die Hauptgedanken, welche diese Bekanntmachung enthalten wird, kurz darstellen:

Der Verbrauch wird grundsätzlich auf 80 % desjenigen von 1916 eingeschränkt. Nur in besonderen Fällen werden Ausnahmen gestattet. Kleinverbraucher werden aber (mit Rücksicht auf die geringe Zahl der bei den Elektrizitätswerken noch vorhandenen Bureaukräfte) von der Einschränkung ausgeschlossen. Die Grenze wird im Mittel zu 250 Kilowattstunden Jahresverbrauch festgesetzt, kann aber den örtlichen Verhältnissen entsprechend erniedrigt oder erhöht werden. Anlagen, bei denen eine Kohlenersparnis nicht eintritt, wie Wasserkraftanlagen, oder nicht von Bedeutung ist, wie bei Verwendung von minderwertigen Brennstoffen, werden im allgemeinen nicht eingeschränkt. Die Durchführung der Maßnahmen geschieht durch mit den örtlichen Verhältnissen bekannte Vertrauensmänner. Diese sind im allgemeinen die technischen Leiter der Elektrizitätswerke. Die besonderen Verhältnisse bei einzelnen Werken können durch Ortsvorschriften berücksichtigt werden. Neue Anschlüsse und Erweiterungen sind verboten. Ausnahmen werden nur für ganz besonders kriegswichtige Betriebe gestattet. Die „Spitzenbelastung" der Elektrizitätswerke kann vermindert oder beseitigt werden. Für Mehrverbrauch wird ein Aufpreis erhoben. Verstöße gegen die Vorschriften können auf Antrag unter Strafe gestellt werden.

Werke mit Wasserkraft, Hochofengas usw. sollen im allgemeinen nicht eingeschränkt werden, soweit sie keine Kohle verbrauchen. Bei gemischten Betrieben (Wasserkraft und Dampf, oder Wasserkraft und Treiböl) kann die Einschränkung vermindert werden. Bei geringwertiger Kohle werden ebenfalls Ausnahmen von der Einschränkung gemacht. Im Falle z. B., daß durch Wassermangel sich Kohlen an der Förderstelle angehäuft haben, wird gleichfalls zeitweilig auf Einschränkungen in gewissem Maße verzichtet werden. Die industrielle Regelung wird ganz besonders eingehend behandelt, wobei die Kriegsamtsstellen mitwirken. Bezüglich der Beleuchtung werden noch Hinweise gegeben, in welcher Weise gespart werden kann, und zwar bei der Straßenbeleuchtung, Schaufensterbeleuchtung, Beleuchtung der Läden, Warenhäuser, Beleuchtung der Kaffeehäuser, Gasthäuser, Hotels, Kinos, Theater, Versammlungsräume, Wohnungen usw. Schließlich wird man, soweit wie irgend angängig, Einzelanlagen, die meist die Kohle sehr schlecht ausnutzen, an die Elektrizitätswerke anschließen, soweit dies mit dem bestehenden Materialmangel vereinigt werden kann.

Bezüglich der Kohlenersparnis ist es auch von großer Bedeutung, die in Deutschland vorhandenen Wasserkräfte möglichst weitgehend auszunutzen. Soweit also ausgebaute Wasserkraftanlagen, welche bisher anderweitig verwendet worden sind und jetzt während des Krieges nicht benutzt werden, vorhanden sind, ist es notwendig, sie in Form elektrischer Arbeit zu verwerten. Dies wird sich dadurch ermöglichen lassen, daß die erzeugte elektrische Arbeit in ein in der Nähe der Wasserkraft befindliches Netz geschickt wird. Soweit solche Wasserkräfte jetzt schon elektrisch ausgenutzt werden, zeitweise aber nicht in vollem Umfange, muß versucht werden, eine volle Ausnutzung zu erreichen. Wenn dies bei dem Werk, welches bisher die Wasserkraft ausgenutzt hat, allein nicht geht, muß durch Verbindungsleitungen mit Nachbarwerken eine Besserung der Verhältnisse versucht werden.

Bei manchen Wasserkraftanlagen wird sich durch vorübergehende, für die Dauer des Krieges durchgeführte Stauerhöhung eine Lei-

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 353, 359, 519.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 541.

Digitized by Google

stungssteigerung erzielen lassen. Dadurch wird es unter Umständen gelingen, die Benutzung der Dampfreserven zu vermeiden oder aber zu vermindern.

Soweit noch nicht fertig ausgebaute Wasserkräfte in kurzer Zeit nutzbar gemacht werden können, soll das gleichfalls geschehen. Im allgemeinen nehmen die Wasserbauten lange Zeit in Anspruch, so daß nur in besonderen Fällen noch nicht ausgebaute Wasserkräfte werden nutzbar gemacht werden können. Wo aber die Verhältnisse so liegen, daß der Ausbau in kurzer Zeit vollendet werden kann, müßte es mit allem Nachdruck geschehen.

Ich habe in kurzen Zügen die Grundsätze auseinandergesetzt, die in wenigen Tagen Geltung erlangen werden, und es ist natürlich wichtig, die Ansicht der Fachkreise darüber zu hören. Ich bin selbstverständlich, da ich die Rationierung durchzuführen habe, auch besonders dankbar, wenn ich Hinweise erhalte, die dazu dienen können, die Anordnungen zweckmäßiger und besser zu gestalten und die Durchführung zu erleichtern.

Die Ausmessung der elektrostatischen Felder von Isolatoren nach dem Elektrolytverfahren.

Von Dr.-Ing. W. Estorff.

(Schluß von S. 67.)

3. Hochspannungsversuche.

In dem vorstehenden Teile dieser Arbeit wurde die Potentialverteilung einer Kette von Hängeisolatoren untersucht. Im folgenden soll bei einer genau entsprechenden Anordnung die Anfangsspannung, bei der das erste Glimmen an den Endarmaturen auftritt, durch Hochspannungsversuche festgestellt werden. Den Elektrolyten ersetzt jetzt die Luft, die Kohle das ε-mal besser leitende Porzellan.

Für die Versuche stand ein Hochspannungstransformator von 20 kVA mit einem Übersetzungsverhältnis 1:400 und einer Höchstspannung von 200 kV zur Verfügung, der in der Mitte der Hochspannungsseite geerdet wurde, um eine symmetrische Verteilung der Potentiale auf die Endarmaturen der Kette zu erzwingen. Als Wechselstromquelle diente eine Maschine von 50 kVA, 600 V und 50 Per bei gut sinusförmiger Spannungskurve. Die Spannungsmessungen wurden auf der Unterspannungsseite des Transformators vorgenommen. Um möglichst gleichwertige Scheitelfaktoren der Spannungskurve der Maschine voraussetzen zu können, wurde dem Hochspannungstransformator ein Stufentransformator vorgeschaltet, so daß bei den Messungen die Erregung der Maschine nur in ganz engen Grenzen geändert zu werden brauchte.

Den Aufbau der Kette im Hochspannungsraum zeigt Abb. 22, im Hintergrunde steht der 200 kV-Transformator. Das in der Abbildung sichtbare, gut ausgetrocknete und paraffingetränkte Holzgestell ruht auf 4 Rillenisolatoren 600 mm über dem Erdboden. Ober- und Unterteil des Gestells sind durch vier Glasstäbe von 25 mm Durchmesser miteinander verbunden. Als Dielektrikum für die Platten wurde Porzellan gewählt. Die Abmessungen der letzteren waren die gleichen wie die der Kohleplatten bei den Elektrolytversuchen, 175 mm Durchmesser bei 20 mm Dicke. Die Porzellanplatten wurden von der Königl. Porzellanmanufaktur angefertigt. Das Gestell erlaubte, eine Kette bis zu 9 Gliedern zu untersuchen. Im ungünstigsten Falle war die unterste Platte rd 1200 mm vom Erdboden entfernt. Wie schon oben bemerkt, wurde bei den Versuchen entgegen den in der Praxis vorherrschenden Bedingungen eine symmetrische Potentialverteilung hergestellt, so daß die Potentialdifferenz der Endarmaturen gegen Erde gleich der halben Kettenspannung war. Diese Potentialverteilung entsprach den im vorigen Abschnitt behandelten Elektrolytmessungen.

Die Hochspannungsversuche bezweckten die Feststellung der Anfangsspannung der Kette, d. h. derjenigen Spannung, bei der die ersten, für das Auge sichtbaren Leuchterscheinungen einsetzten. Diese ersten Leuchterscheinungen treten auf, sobald die Zerstörung

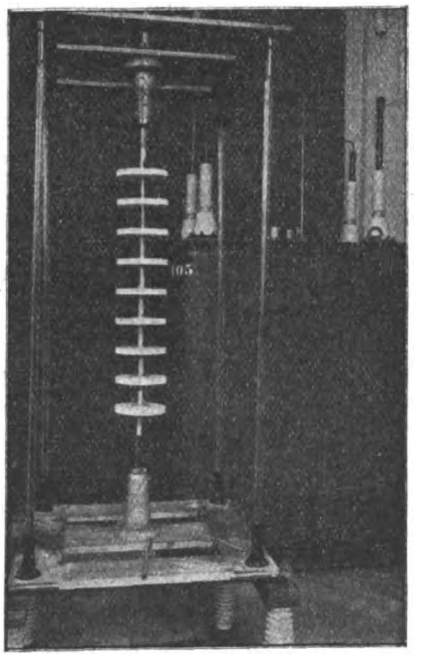


Abb. 22. Aufbau der Kette im Hochspannungsraum. Im Hintergrunde der 200 kV-Transformator.

des Hauptisoliermittels der Kette, der atmosphärischen Luft, beginnt. Aus der im vorigen Abschnitt ermittelten Potentialverteilung und der beobachteten Anfangsspannung kann die Beanspruchung der Luft an jeder gewünschten Stelle der Kette bestimmt werden. Hiermit ist die Möglichkeit gewonnen, sowohl die Abhängigkeit der kritischen Feldstärke als auch der Potentialdifferenz an den am höchsten beanspruchten Endgliedern in Funktion der Gliederzahl in einem Schaubilde aufzutragen. Auf die Ergebnisse dieser Untersuchung können dann die im ersten Teil dieser Arbeit aufgestellten Richtlinien angewendet werden, noch denen sich eine möglichst wirtschaftliche Ausnutzung des Materiales erreichen läßt.

Zahlentafel 3. Die Anfangsspannung und die Feldstärke am Endgliede der Kette bei $V = 100$ und bei der Anfangsspannung $F = \frac{V_a \cdot F'}{100}$.

Gliederzahl	Feldstärke bei $V = 100$ F'	Anfangsspannung in kV V_a	Feldstärke bei Anfangsspannung in kV/cm F	Überschlagsweg in cm
1	85,0	13,5	115,0	14,0
2	54,0	22,5	121,5	24,5
3	42,4	29,0	122,4	32,9
4	37,4	32,7	122,4	44,4
5	33,5	37,2	124,6	53,9
6	30,5	40,6	123,9	63,9
7	27,7	43,7	121,0	73,8
8	26,3 extra-poliert	46,3	121,9	83,9
9	25,0 extra-poliert	48,5	121,3	93,9

Erfahrungsgemäß ist die Bestimmung des ersten Leuchtens bei der Anfangsspannung außerordentlich stark vom Beobachter abhängig. Der in vielen Fällen gangbare Weg, die Anfangsspannung nach dem auftretenden zischenden Geräusch zu bestimmen, war nicht gangbar, da bei den höheren Gliederzahlen dieses Geräusch eher an den Zuleitungen als an den Endelektroden einsetzte. Die Unsicherheit der Beobachtung spiegelt sich in der Aufnahme der Anfangsspannung V_a mit verschiedener Gliederzahl wieder. Die Mittelwerte einer größeren Anzahl von Messungen sind in Tabelle 3 für verschiedene Gliederzahlen wiedergegeben und als Schaulinie in Abb. 23 aufgetragen. In der gleichen Zahlentafel finden sich die aus der Abb. 19 durch Anlegen der Tangenten an die Potentialkurven im Nullpunkte ermittelten Feldstärken F' vor, gültig für eine Potentialdifferenz von $V = 100$ an der Kette. Bei der Anfangsspannung V_a er-

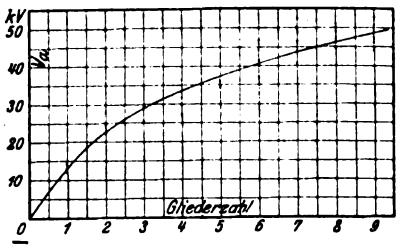


Abb. 23. Anfangsspannung der Kette für verschiedene Gliederzahlen.

gibt sich dann die an den Endgliedern herrschende Feldstärke zu $F = \frac{V_a \cdot F'}{100}$. Dieser Wert wurde ebenfalls in die Zahlentafel 3 eingetragen und erweist sich als eine nahezu konstante, von der Gliederzahl unabhängige Größe. Es liegt also beim Hängeisolator genau dasselbe Bild vor, das von der Kugel- und Zylinderfunkenstrecke her bekannt ist, daß für eine gegebene Elektrodenform die entsprechende Feldstärke bei der Anfangsspannung praktisch von der Elektrodenentfernung unabhängig ist. Man erkennt, daß die Formgebung der Endelektroden der Kette für die Anfangsspannung und Feldstärke von ausschlaggebender Bedeutung ist, wie es die Versuche im Abschnitt 1, die mit einfachen Kreisplatten vorgenommen wurden, annehmen ließen.

Zahlentafel 4. Die Anfangsspannung am ersten Gliede der Kette bei verschiedener Gliederzahl.

V_a = Anfangsspannung der Kette.
V_{a_1} = Anfangsspannung am ersten Gliede.
V_1 = Spannung am ersten Gliede bei $V = 100$ (aus der Kurve)

$$V_{a_1} = \frac{V_1}{100} \cdot V_a.$$

Gliederzahl	V_1	V_a	V_{a_1}
1	100	13,5	13,5
2	50	22,5	11,2
3	35,6	29,0	10,3
4	31,3	32,7	10,2
5	28,8	37,2	10,4
6	27,5	40,6	11,2
7	26,6	43,7	11,6
8	26,0 extra-poliert	46,3	12,0
9	25,6 extra-poliert	48,5	12,4

Diese Erkenntnis findet im folgenden ihre volle Bestätigung. In Abb. 24 und in Zahlentafel 4 ist die nach dem Elektrolytmeßverfahren ermittelte Spannung V_1 (aus Abb. 24

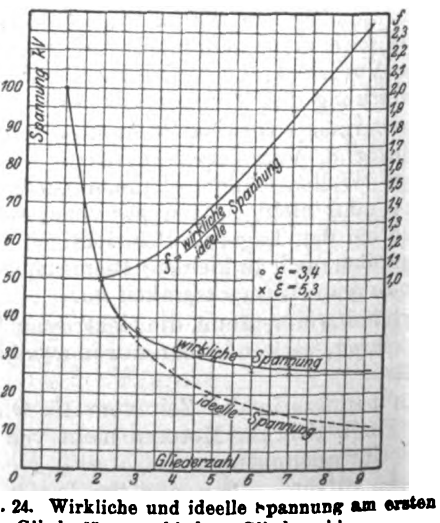


Abb. 24. Wirkliche und ideelle Spannung am ersten Gliede für verschiedene Gliederzahlen.

Digitized by Google

entnommen) am ersten Gliede der Kette in Abhängigkeit von der Gliederzahl aufgetragen. Um die bei der beobachteten Anfangsspannung am ersten Kettengliede herrschende Spannung V_{a_1} zu bestimmen, dient die folgende Beziehung:

$$V_{a_1} = \frac{V_a \cdot V_1}{100} .$$

Es zeigt sich in Zahlentafel 4, daß auch die Spannung, die am ersten Gliede der Kette herrscht, von der Gliederzahl der Kette praktisch unabhängig ist.

Die vorstehenden Untersuchungen bestätigen die im ersten Abschnitt dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse. Durch geeignete Wahl der Endarmaturen läßt sich der Höchstwert der Feldstärke an denselben beeinflussen und das Feldbild dem homogenen Felde näherbringen. Im folgenden seien die möglichen Mittel zur günstigen Beeinflussung der Feldverteilung nochmals zusammengestellt.

I. Erhöhung der Kapazität der Endglieder.

Es ist dies praktisch durch Verringerung der Porzellanstärke zwischen Außen- und Innenbewehrung bei Wahl der gleichen Isolatortype erreicht worden, wobei für gleiche Außenbewehrung verschiedene Größen der Innenbewehrung gewählt wurden. Im Abschnitt 1 war festgestellt worden, daß die Beeinflussung des Feldes hierbei nur „interner" Natur war, d. h., daß dicht an der Kette die Äquipotentialflächen Ausbauchungen aufwiesen, daß aber der Höchstwert der Feldstärke am Endgliede nur ganz unwesentlich beeinflußt wurde. (Durch die Wahl einer größeren Type für die Endglieder, die z. T. mit zunehmender Größe eine Abnahme der Kapazität aufweisen, wird dieser Erfolg nicht erzielt.) Wohl aber bedingt die größere Außenbewehrung, wenn auch in einem bescheidenen, den aufgewendeten Mehrkosten nicht entsprechendem Maße eine allgemeine Verbesserung der Feldverteilung im Sinne einer Homogenisierung.

II. Vergrößerung der Endbewehrung des untersten Kettengliedes.

Eine einschneidende Verbesserung darf nach obigen Überlegungen von einer Vergrößerung der Endglieder erwartet werden, wie sie die Kette aus Metallschirm-Isolatoren aufweist. Es brauchen hierbei, entsprechend den Messungen des Abschnittes 1, nur die Endglieder mit Metallschirmen ausgerüstet zu sein. Für praktische Verhältnisse, wie sie für Abb. 9 zutreffen, würde ein unterhalb des die Leitung tragenden Endgliedes angebrachter Metallschirm genügen, um der dort auftretenden Zusammendrängung der Niveauflächen wirksam zu begegnen.

4. Untersuchung eines Delta-Stützisolators.

Nach dem Elektrolytverfahren wurde auch die Ausmessung der Potentialverteilung eines Stützisolators vorgenommen. Es wurde aus einer 33% Graphit enthaltenden Graphit-Zement-Mischung ein Stützisolator von den Abmessungen des Isolators J 1386 (Porzellanfabrik Hermsdorf) für 33 kV Betriebsspannung hergestellt. Die Formgebung geschah in der Weise, daß zuerst in eine zylindrische Form von den lichten Außenmaßen des Isolators 1386 der dickflüssige Graphit-Zement-Brei eingegossen wurde. In der Mitte der Form wurde die Stütze so befestigt, daß nach eintägigem Abbinden die Form entfernt und auf der Stütze bedreht werden konnte. Bei sehr geringer Schnittgeschwindigkeit erlaubte das Material Spähne von paraffinartiger Beschaffenheit abzunehmen. In einigen Tagen war der Zement soweit abgebunden, daß der Isolator auf einem Holzgestell in die Meßwanne eingebracht werden konnte.

In der Halsrille wurde als Leiter ein Messingrohr von 50 cm Länge und 10 mm Durchmesser mit 1 mm starkem Bindedraht befestigt. Abb. 25 zeigt den Porzellanisolator mit der für das Elektrolytmeßverfahren hergerichteten Nachbildung in Graphit-Zement. Abb. 26 gibt die Aufnahme der nach dem obigen Verfahren erhaltenen Niveauflächen

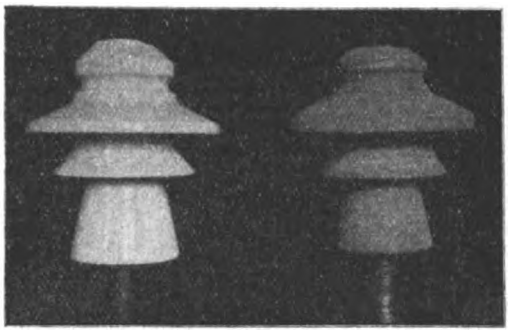


Abb. 25. Delta-Isolator J 1386 aus Porzellan mit seiner Nachbildung aus Graphit-Zement für das Elektrolytverfahren.

wieder. Man erkennt die außerordentliche Zusammendrängung der Niveauflächen am Leitungsdraht und vornehmlich am Bindedraht in der Halsrille, während die Potentialverteilung um den Stützenschaft ein ziemlich gleichförmiges Aussehen zeigt. Erfahrungsgemäß tritt an denselben Stellen, wo die zeichnerische Wiedergabe der Äquipotential-

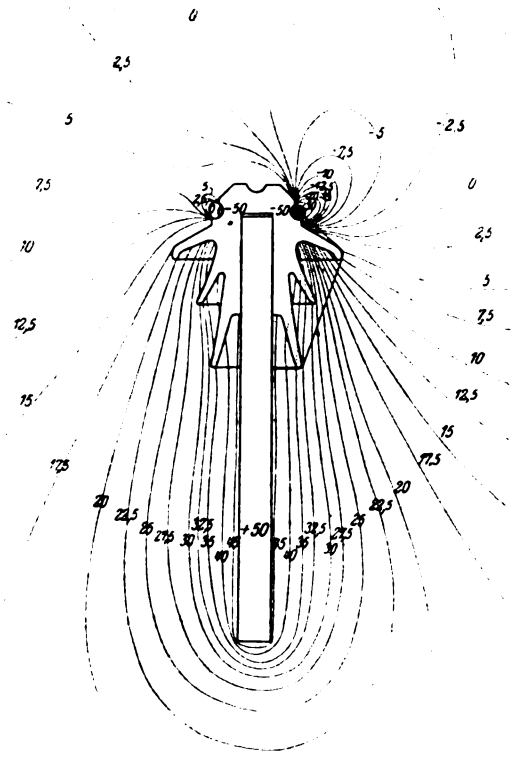


Abb. 26. Feldbild der Deltaglocke mit 10 mm-Leitungsdraht an der Bundrille.

flächen wegen ihrer großen Dichte Schwierigkeiten bereitet, das erste Glimmen auf. Abb. 26 gestattet, anzugeben, wo Leuchterscheinungen am Isolator zu erwarten sein werden: ober- und unterhalb der Halsrille und unterhalb des äußeren Mantels, besonders auf der der Leitung zugekehrten Seite.

Abb. 27 zeigt denselben Isolator, mit einer Metallkappe versehen. Das Feldbild zeigt ein symmetrisches Aussehen, jedoch bemerkt man an dem unteren Rande der Kappe eine bedeutende Zusammendrängung der Äquipotentialflächen. Auf den inneren Mänteln lassen sich merkwürdigerweise mehrere Punkte feststellen, die gleiche Potentiale aufweisen. Selbstverständlich gilt für diese Aufnahmen am Stützisolator das gleiche wie für die Untersuchung der Hängeisolatorenkette. Der Einfluß des Regens und die Benetzung des Isoliermaterials ließe sich bei dem Elektrolytmeßverfahren nur mangelhaft durch Metallisierung der betreffenden Flächen nachahmen. Die Benetzung der Oberfläche des Isolators muß stark von den vorliegenden Aufnahmen abweichende Feldbilder zur Folge haben. Die obere Mantelfläche wäre als ziemlich guter

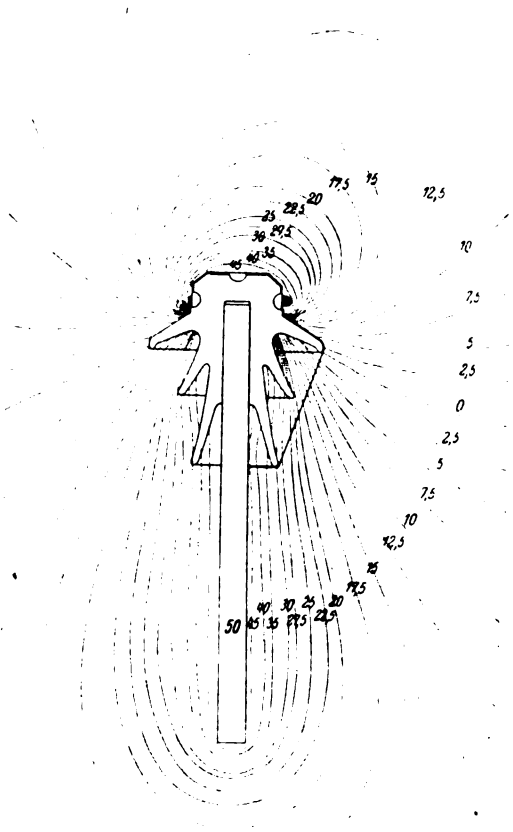


Abb. 27, Feldbild der Deltaglocke mit Metallkappe und 10 mm-Leitungsdraht.
Bei den Potentialangaben oberhalb der Nullfläche ist das negative Vorzeichen zu ergänzen.

Leiter aufzufassen, und der über den Isolator fließende Kriechstrom würde eine Einmündung der Niveauflächen auf der Isolatoroberfläche bewirken, die von der wiedergegebenen völlig verschieden ist.

Es wurde im folgenden die Potentialverteilung auf dem Überschlagswege der beiden in Abb. 26 und Abb. 27 angegebenen Anordnungen in Abb. 28 aufgetragen. Aus den beiden

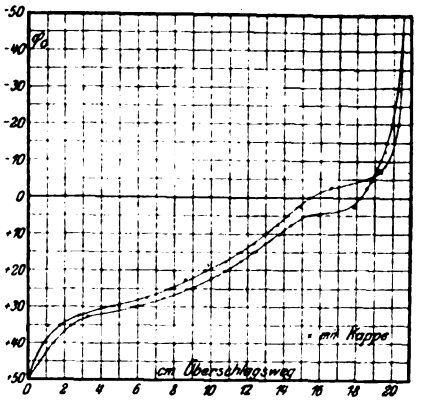


Abb. 28. Potentialverteilung auf dem Überschlagswege des Delta-Isolators J 1386.

Schaulinien ersieht man, daß ausnahmslos der Durchbruch der Luft am Kopf des Isolators infolge der wesentlich höheren Felddichte als an dem Stützenschaft erfolgen muß. Der Verlauf der Potentialkurve ist bei der Metallkappe infolge des scharfen unteren Randes der Kappe viel steiler als ohne die Kappe. Bei der Reproduktion der entsprechenden Verhältnisse unter Hochspannung trat trotzdem

Digitized by Google

bei dem Isolator ohne Kappe das Glimmen eher ein, jedoch auf der dem Leitungsdraht abgewendeten Seite, wo die Felddichte bedeutend höher als am Leitungsdraht ist. Bei dem Isolator ohne Kappe wurde das erste Glimmen bei 7 kV, mit der Kappe bei 17 kV beobachtet. Die entsprechenden Funkenspannungen bei trockenem Isolator lagen bei 102 kV bzw. 110 kV.

Schlußbetrachtung.

In den vorstehenden Untersuchungen wurde die Anwendung des Elektrolytmeßverfahrens auf ein bestimmtes Problem, die Formgebung einer Kette von Hängeisolatoren in ihren Grundzügen angedeutet. Es wurde auf die Richtlinien hingewiesen, nach denen der wichtigste Baustoff der Hochspannungstechnik, die atmosphärische Luft, möglichst vollwertig ausgenutzt werden kann. Wo strenge rechnerische Behandlungen an der Kompliziertheit der Feldgebilde scheitern, ist das Elektrolytmeßverfahren dazu angetan, dem Konstrukteur wichtige Hinweise für den grundsätzlichen Aufbau seiner Isoliermittel zu geben. Insbesondere gestattet das angegebene Verfahren, die in ihrer Gesamtheit schlecht übersehbaren Verhältnisse zusammengesetzter Anordnungen in einzelne einfache Aufgaben zu zerlegen und daran das Anschauungsvermögen zu schulen.

Einen weiteren Schritt wird es bedeuten, aus dem Feldbilde auf die Grenze der Beanspruchungsmöglichkeiten der Isoliermittel Rückschlüsse zu ziehen. Es ist dringend zu wünschen, daß die vorläufig nur für das homogene Feld auf Grund der Ionentheorie angestellten Betrachtungen und Rechnungen auch für Felder beliebiger Gestalt durchgeführt werden. Erst dann erschließt sich die Möglichkeit einer vollgiltigen Vorausberechnung einer Konstruktion, wie sie die technische Mechanik schon längst kennt. Bis dahin muß sich der Hochspannungstechniker, wie oben gezeigt, in dem Bestreben bescheiden, seine Baustoffe durch möglichst gleichmäßige Beanspruchung in allen Teilen hochwertig auszunutzen, d. h. die statischen elektrischen Felder möglichst homogen auszubilden.

Elektrisierung der schweizerischen Eisenbahnen.

Die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) haben in ihrem Voranschlag für das Jahr 1918 den Betrag von 19,295 Mill. Fr für Elektrisierungen eingesetzt, d. h. 10,5 Mill. Fr mehr als im Jahre 1917. Hiervon entfallen 6,5 Mill. Fr auf die im Bau befindlichen Kraftwerke Amsteg und Ritom der Gotthardbahn, 6,4 Mill. Fr auf die Kabelleitungen für Stark- und Schwachstrom im Gotthardtunnel, 1,4 Mill. Fr auf die Unterwerke und 4,6 Mill. Fr auf die Fahrleitung derselben Bahn. Mit welchen Preissteigerungen zufolge der äußerst ungünstigen Marktlage bei der Aufstellung der Einheitssätze hierbei gerechnet werden mußte, die zusammen einen Betrag von 3,2 Mill. Fr ergeben, geht z. B. daraus hervor, daß der Ansatz für eine elektrische Probelokomotive von 300 000 Fr auf 500 000 Fr erhöht werden mußte. Schon im August 1913 konnte die bei der Generaldirektion der SBB im Oktober 1912 neu gebildete Abteilung für die Einführung der elektrischen Zugförderung den von der Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb vorgearbeiteten Entwurf mit Bericht und Kostenberechnung für die Elektrisierung der Gotthardlinie der Generaldirektion der SBB vorlegen, und im November des gleichen Jahres (1913) bewilligte der Verwaltungsrat der SBB den erforderlichen Kredit im Betrage von 38,5 Mill. Fr. Am 13. VII. 1914 sind hierauf dem Eisenbahndepartement die Entwürfe für die genannten beiden Kraftwerke zur Genehmigung zugestellt worden; die Genehmigung für das Kraftwerk Ritom wurde am 6. XII. 1915, diejenige für das Kraftwerk Amsteg am 28. VII. 1916 erteilt. Die Bauarbeiten zur Elektrisierung der Gotthardlinie konnten deshalb erst im Jahre 1916 in Angriff genommen werden. Für die Arbeiten des Jahres 1918 wurde der obengenannte Geldbetrag von 19,295 Mill. Fr ausgeworfen. In Friedenszeiten wären für die Ausführung aller Bauarbeiten zur Elektrisierung der Anfangsstrecke Erstfeld—Bellinzona etwa 4 Jahre notwendig gewesen; unter den heutigen schwierigen Verhältnissen wird der Bau 1 bis 2 Jahre länger dauern, so daß die Eröffnung der Strecke Erstfeld—Bellinzona erst im Jahre 1920 in Aussicht steht.

Ferner unterbreiteten die SBB ihrem Verwaltungsrat eine Vorlage auf die Bewilligung des Betrages von 9,7 Mill. Fr für folgende Arbeiten:

1. Die sofortige Elektrisierung der Strecke Bern—Münsingen—Scherzligen (Thun). Die Einführung in den Bahnhof Bern würde keine großen Schwierigkeiten bereiten, da sich schon in Spiez, dem Anfangspunkt der jetzt im Betriebe befindlichen Lötschbergbahn, gezeigt hat, daß der Rauch den Leitungen, außer in Tunnels. nicht schadet. Das geplante Zusammenwirken der SBB mit der Lötschbergbahn wird den elektrischen Betrieb der Lötschbergbahn vom Simplon aus über Spiez bis Bern einheitlich durchführen. Im Jahre 1916 wurden auf der Strecke Bern—Scherzligen dieser Durchgangslinie 366 475 Zugkilometer zurückgelegt. Schlägt man zu dieser Leistung 10 bis 20% für weitere Lokomotivfahrten des zunehmenden Verkehrs hinzu, und nimmt man einen durchschnittlichen Verbrauch von 15 kg Kohle/km an, so ergibt sich ein jährlicher Kohlenverbrauch von 6000 bis 6600 t. Diese Kohlenmenge stellt allerdings nur etwa $^1/_{100}$ des Gesamtverbrauchs der SBB dar, aber unter den jetzigen Umständen ist sie doch hoch anzuschlagen, um so mehr als sie bei einem Kohlenpreis von 90 Fr/t einen Wert von 540 000 bis 600 000 Fr darstellt und der Zugverkehr zwischen Bern und Scherzligen vor dem Kriege um 15% höher war als im Jahre 1916, auf das sich vorstehende Zahlen beziehen. Die Bauzeit wird nach dem Bericht 9 bis 10 Monate beanspruchen. Die Kosten der elektrischen Anlagen, wie Masten, Speiseleitungen, Fahrleitungen, Verlegung der Schwachstromleitungen usw. werden auf 3 Mill. Fr veranschlagt. Die Masten sollen wegen der Schwierigkeit der Beschaffung von Eisen aus Holz hergestellt werden. Ist Kupfer nicht erhältlich, so wird die Speiseleitung aus Aluminium und die Fahrleitung aus Eisendraht hergestellt. Die Anlage eines zweiten Gleises auf einem Teil der Linie und die einiger neuer Brücken bedingt eine Vermehrung der Bauausgaben für 1918 um 700 000 Fr, so daß die Elektrisierung der Strecke Bern—Scherzligen 3,7 Mill. Fr erfordern wird.

Im Hinblick auf den z. Zt. schwachen Verkehr auf der Lötschberglinie der Berner Alpenbahngesellschaft kann mit den 14 Einphasenwechselstrom-Lokomotiven der Lötschbergbahn und mit von den SBB bestellten 4 Probelokomotiven sowie unter Umständen mit den noch vorhandenen 2 Lokomotiven der ehemaligen Probestrecke Seebach—Wettingen der Maschinendienst auf der ganzen 116 km langen Strecke Bern—Brig (Simplon) besorgt werden. Für den Strombezug treten die SBB in den Vertrag der Lötschbergbahn mit den Bernischen Kraftwerken ein.

2. Die sofortige Elektrisierung der Strecke Brig—Sitten als Fortsetzung der Simplontunnel-Linie Iselle (Italien)—Brig (Schweiz) nach dem Genfer See bzw. Lyon zu. Der Simplontunnel wird mit Drehstrom von 3000 V und 16 Per betrieben. Von den vorhandenen 5 Drehstromlokomotiven würden 4 ohne weiteres auch auf der neuen Strecke verwendet werden können. Die Kohlenersparnis würde hier 225 t/Monat betragen. Die Baukosten sind auf 6 Mill. Fr veranschlagt. Für den für später vorgesehenen Übergang auf Einphasen-Wechselstrom sind Abschreibungen und Ausgaben im Betrage von rd 2 Mill. Fr vorgesehen.

Auf beiden Strecken Bern—Scherzligen und Brig—Sitten kann wegen der vorab beschränkten Anzahl von Lokomotiven die Führung sämtlicher Züge mit elektrischen Maschinen einstweilen noch nicht gewährleistet werden.

Schließlich beschäftigt sich die Generaldirektion der SBB auf Antrag der Brown Boveri & Cie. A. G. und der Maschinenfabrik Oerlikon noch mit der Anschaffung einiger Akkumulatoren-Triebwagen. Diese sollen, wie bei den Pfälzischen Eisenbahnen (Ludwigshafen) und den Preußischen Eisenbahnen, im Vorortsverkehr und auf solchen Strecken Verwendung finden, für die nur ein geringer Zudrang von Reisenden zu erwarten ist, wie für Zwischenfahrten zwischen Personenzügen als Zubringer oder Verteilerzüge auf kurze Entfernungen vor oder nach Schnellzügen usw. Ferner sind für Verschiebedienste im Jahre 1918 noch 7 Akkumulatorenlokomotiven in Aussicht genommen, denen im nächsten Jahre noch weitere 17 solcher Maschinen folgen würden. Mit diesen Akkumulatorenfahrzeugen hoffen die SBB dann weitere erhebliche Ersparnisse an Kosten zu erzielen.

In der am 20. XI. 1917 in Bern stattgefundenen Sitzung des Verwaltungsrates der SBB wurde obigem Antrage der Generaldirektion und der ständigen Kommission zugestimmt, wonach für die sofortige Elektrisierung der Strecken Scherzligen—Bern und Brig—Sitten ein Kredit von 9,7 Mill. Fr bewilligt wird. Für den Verschiebedienst auf Stationen mittlerer Größe wurde die Anschaffung von 17 Akkumulatorenlokomotiven beschlossen.

Aber auch schweizerische Privatbahnen gehen mit der Absicht weiterer Elektrisierungen um. Es wurde in Bern eine vorläufige Besprechung der beteiligten Kreise abgehalten, in der die beschleunigte Elektrisierung einiger Privatbahnstrecken, gegebenenfalls unter finanzieller Mitwirkung des Bundes und der beteiligten Kantone erörtert wurde. Einer Anzahl von Kohlenverbrauchern fällt die Innehaltung der Verpflichtungen, die sich aus ihrer Verantwortlichkeit für einen Anteil an den Kreditoperationen infolge des schweizerisch-deutschen Abkommens vom 20. VIII. 1917 ergaben, schwer. Zu diesen zählen auch einige Privatbahnen mit ungünstigen Erträgnissen. Könnten sie die Anforderungen der die Kreditoperationen übernehmenden Kohlenzentrale A. G. in Basel nicht erfüllen, so müßten sie vom Kohlenbezug ausgeschlossen werden, was die Einstellung ihrer Betriebe zur Folge haben würde. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß diese Privatbahnen eine beschleunigte Elektrisierung ins Auge faßten. Ein Teil der Gesellschaften besitzt aber nicht die erforderlichen Mittel zur Elektrisierung und kann sie auch nicht durch Erhöhung des Gesellschaftskapitals oder auf dem Anleihewege beschaffen. In der obengenannten Berner Konferenz wurde seitens einer großen Elektrizitätsgesellschaft betont, daß sie nur mit solventen Bahngesellschaften Lieferungsverträge abschließen könne. Aus diesem Grunde wurde die Beteiligung des Bundes und der betreffenden Kantone ins Auge gefaßt. Einige Bahnen haben bereits dahingehende Vorstudien gemacht, so die Rhätischen Bahnen für ihre Strecke Bevers—Filisur zwischen der bereits elektrisierten Strecke des Pontresina-Tales und Chur, sowie die SBB (Kreis I) für die Strecke Yverdon auf der Linie Basel—Lausanne nach St. Croix. Auch die Berner Alpenbahngesellschaft (Lötschbergbahn) hat mit Bezug auf die Bernischen Nebenbahnen, deren Betrieb und Verwaltung sie besorgt, dahingehende Vorstudien gemacht. Die genannten Bahngesellschaften werden nun im Verfolg der Berner Konferenz Eingaben an den Direktor der industriellen Kriegsbetriebe des Volkswirtschaftsdepartements richten, der in jener Konferenz hinsichtlich der Kohlenzufuhr vor Vertrauensseligkeit dringend gewarnt hat.

Schließlich befassen sich auch noch die Emmentalbahn und die Bahn Solothurn—Münster mit der Frage der Einführung des elektrischen Betriebes. Z

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Zur Entwicklung der drahtlosen Telephonie.

[Zeitschr. f. Weltwirtschaft u. Weltverkehr, 1917, Nr. 10/11 (nach Tydschrift voor Posteryen en Telegrafie, 1917, S. 58.]

In Frankreich erzielten Colin und Jeance 1909 eine drahtlose Fernsprechverständigung zwischen Eiffelturm und Melun (50 km). Später glückten drahtlose Gespräche von Kriegsschiffen im Mittelmeer mit dem Eiffelturm, mit der Reede Rouges Terres bei Cherbourg und mit Kriegsschiffen in der Nordsee. In England sind fast sämtliche einschlägigen Versuche von der Marconi-Gesellschaft ausgegangen. Außer ihr betätigte sich nur noch Andrew Burns in Portobello (Schottland). In Italien ist das einst in der Marine eingeführte System von Prof. Missuno kurz vor Kriegsausbruch durch das System der drei Japaner Torikata, Yokoyama und Kitamura (TYK-System) ersetzt worden. In Amerika erzielte Fessenden 1906 die ersten Erfolge mit einer eigens konstruierten Hochfrequenzmaschine, deren Wirkung er am 11. Dezember 1906 einem Kreis von Fachleuten vorführte. Dabei wurde zwischen Brant Rock und Plymouth (U. S. A.) gesprochen. Im Juli 1907 wurden Gespräche zwischen Brant Rock und Jamaica (Long Island) über 320 km geführt. De Forest versuchte 1909 mit Hilfe seines Audionverstärkers Gespräche zwischen New

Digitized by Google

York und dem Eiffelturm zu führen, die aber noch kein brauchbares Ergebnis hatten. Erst im Herbst 1915 gelang die Überwindung des Ozeans, wobei unter anderem zwischen Arlington bei Washington und dem Eiffelturm gesprochen wurde. Versuche zwischen Land und Schiff waren schon 1907 auf dem Erie-See von der Radio Telephone Co. gemacht worden, die in Put in Bay eine eigene Versuchsstation besaß. Gleichzeitig wurden alle amerikanischen Kriegsschiffe mit Einrichtungen für drahtlose Telephonie versehen. Dabei wurden Reichweiten bis zu 8 km bezwungen. Seither ist zwischen Schiffen auf See und Küstenstationen ein regelrechter Fernsprechverkehr eingerichtet worden. Die wichtigsten Stationen befinden sich in New York, Chicago, Michigan City, Milwaukee, Toledo, Cleveland, San Diego (Kal.) und Pensacola (Flor.). 1910 begannen in Frankreich Versuche, mit Flugzeugen in der Luft telephonisch zu verkehren. Dabei sind zwischen dem Eiffelturm und einem 500 m hohen Flugzeug Reichweiten bis zu 60 km erzielt worden. Auch die Versuche, vom fahrenden Eisenbahnzug zu sprechen, haben gute Ergebnisse gehabt. Mit einem Zuge der Delaware, Lackawanna und Western-Railroad, der eine Stundengeschwindigkeit von 96 km entwickelte, wurde eine Verständigung über 85 km erzielt.

Rp.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Zusammenschluß von Elektrizitätswerken in Bayern.

Unter dem Namen „Vereinigung privater Elektrizitätswerke" mit dem Sitz in Kempten im Allgäu haben sich kürzlich zunächst fünfzehn Elektrizitätswerksbesitzer zusammengeschlossen. Zweck des Vereins ist die Vertretung der Standesinteressen, Preisregelung, Gesamteinkauf und gemeinsamer Rechtsschutz. Vorsitzender ist Ingenieur Fritz Möst, Stielings bei Kempten.

Zusammenarbeiten großer Überlandwerke in den Vereinigten Staaten.

[Electrical World, Bd. 63, 1914, S. 1235.]

Der Aufsatz berichtet über die Durchführung eines gewaltigen Unternehmens, das für uns um so beachtenswerter ist, als ähnliche Pläne hinsichtlich der staatlichen Versorgung ganzer Provinzen und Länder mit elektrischer Energie jetzt vielfach besprochen und erwogen werden. Es handelt sich um den Zusammenschluß von nicht weniger als 7 großen Überlandwerken, die sich über 4 Staaten der südlichen Union (Tennessee, Georgia, Nord- und Süd-Carolina) erstrecken, nämlich die Tennessy Power Co., die Chattanooga and Tennessee River Power Co., die Columbus Power Co., die Central Georgia Power Co., die Georgia Railway and Power Co., die Southern Power Co. und die Carolina Power and Light Co.

Wie Abb. 1 zeigt, versorgen die Werke ein Gebiet von etwa 160 000 km² Fläche bei einer einfachen Hochspannungsleitungslänge von 1200 km. Die Entfernung der beiden Endwerke Nashville (Te.) und Henderson (Ca.) beträgt 800 km Luftlinie. In Aussicht genommen ist ferner die Angliederung der benachbarten Alabama Power Co. Bemerkenswert ist außer der gewaltigen räumlichen Ausdehnung des Unternehmens die große Mannigfaltigkeit der zusammengefaßten Betriebe, sowohl in bezug auf ihre Betriebsmittel, wie auch auf die Größe der einzelnen Anlagen und Maschinensätze und die verwendeten Systeme, Spannungen und Frequenzen. Vertreten sind neben dem hauptsächlich verwendeten Drehstrom auch Zweiphasenstrom mit 60 und 25 Per und Gleichstrom für Straßenbahnbetrieb. Die Spannungen der Kraftwerke liegen zwischen 400 und 11 000 V, die der Hochspannungsleitungen zwischen 11 000 und 120 000 V, u. zw. sind vertreten Spannungen von 11, 22, 44, 65, 66, 100, 110 und 120 kV. Die Leistungen der einzelnen Maschinensätze liegen zwischen 700 und 28 000 kW. Als Betriebsmittel wird hauptsächlich die Energie der Wasserfälle des gebirgigen Gebietes ausgenutzt, doch sind wegen der stark wechselnden Wassermengen auch bedeutende Ersatzleistungen in Dampfmaschinen vorgesehen und schließlich auch, um die Mannigfaltigkeit noch zu vergrößern, ein Leuchtgasmotor von 2000 kW zur Spitzendeckung, der nach Angabe des Verfassers in weniger als 1 min in Betrieb gebracht werden kann. Berücksichtigt man endlich die große Länge der Hochspannungsleitungen, die Höhe der Spannungen, die großen Höhenunterschiede des Geländes, das z. T. von häufigen Gewittern heimgesucht wird, so ist es leicht ersichtlich, daß ein derartiger Riesenbetrieb eine große Menge bedeutungsvoller Betriebserfahrungen zeitigen muß, die auch für andere Betriebe von Wert sind. Besonders wäre zu wünschen gewesen, wenn der Bericht geschildert hätte, wie man über die Schwierigkeiten des Parallelarbeitens so vieler, der Größe und Art nach so verschiedener Maschinensätze hinwegkommt, und welchen Umfang Betriebsstörungen durch örtliche atmosphärische Entladungen annehmen. Denn es ist bekannt, daß Versuche, die bei uns in viel kleinerem Maßstabe unternommen worden sind, Überlandwerke parallel arbeiten zu lassen, große Schwierigkeiten zu überwinden hatten und haben, um die erwähnten Unzuträglichkeiten zu vermeiden oder zu bewältigen. Leider enthält der Aufsatz von all diesen wissenswerten Dingen gar nichts, sondern begnügt sich mit der Aufzählung der Betriebsmittel und einiger Angaben über die Anlage der Leitungen und der Unterwerke, sowie mit einigen kurzen Andeutungen über die Eigenheiten der Wasserkräfte, die die Betriebsenergie liefern.

Die Gesamtleistung der Werke der 7 Gesellschaften beträgt 330 000 kW in Wasserkraftanlagen, 110 000 kW in Dampfanlagen und 2000 kW in der erwähnten Gasmaschine. Die Verteilungswerke sind als Freistationen angelegt, wie sie in Nordamerika in letzter Zeit vielfach und mit Erfolg gebaut worden sind. Über etwaige Betriebsschwierigkeiten infolge von Schnee, Eis oder sonstigen Wetterunbilden berichtet der Aufsatz nichts. Die 120 kV-Linien sind mit Stahltürmen und Hängeisolatoren ausgerüstet und werden vor der Hand mit 65 kV betrieben. Die Mittelspannungsleitungen bis 44 kV sind vielfach neben Eisenmasten auf Holzmasten verlegt und mit Stützisolatoren versehen. Zum Schutz gegen die infolge des bergigen Geländes häufigen atmosphärischen Störungen sind alle Leitungen mit geerdeten Schutzdrähten überspannt und mit Elektrolyt-blitzableitern ausgerüstet. Die Spannweiten mußten dem schwierigen Gelände angepaßt werden und betragen zwischen 100 und 500 m. Als Leitungsmaterial ist vorzugsweise Kupfer verwendet worden, ein Teil der Hochspannungsleitung ist als Aluminiumseil verlegt. *Ski.*

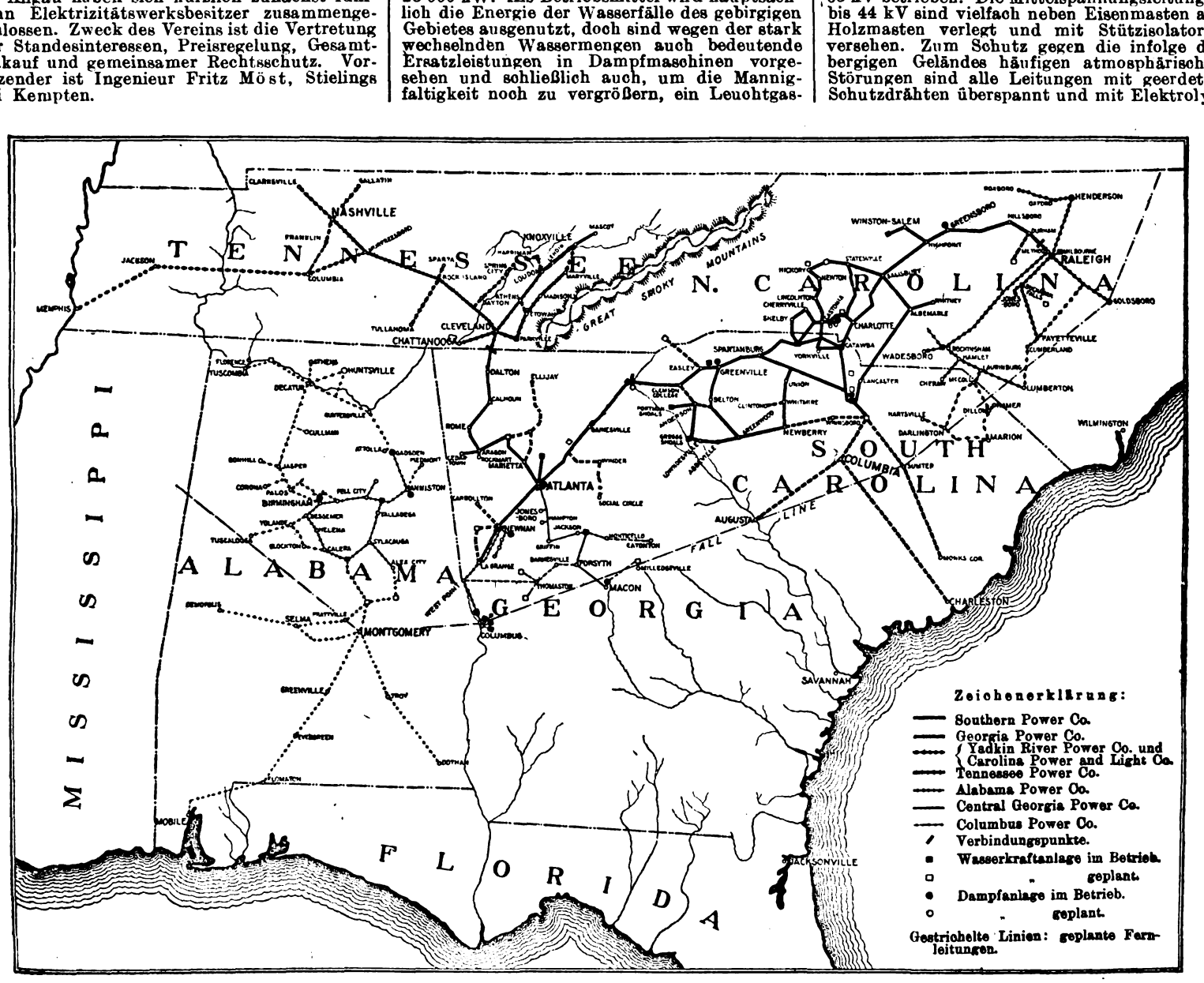


Abb. 1. Übersichtsplan der vereint arbeitenden Überlandwerke in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Digitized by Google

Bahnen und Fahrzeuge.

Der elektrische Antrieb zukünftiger amerikanischer Schlachtkreuzer.[1])

[Le Génie Civil, Bd. 70, 1917. S. 313, ½ Spalte ohne Abb.]

Der Marineminister der Vereinigten Staaten hat den Bau von vier Schlachtkreuzern angeordnet, die die mächtigsten und schnellsten Schiffe dieser Bauart sein sollen. Jeder Kreuzer soll eine Leistung von 134 000 kW entwickeln. Es sind Dampfturbinen zum Antrieb vorgesehen, welche 4 Dynamomaschinen von je 33 500 kW antreiben. Die Dynamomaschinen speisen 8 Elektromotoren. Die Wahl der elektrischen Kraftübertragung für eine so bedeutende Leistung hat lebhafte Meinungsäußerungen in technischen amerikanischen Kreisen hervorgerufen, die darin ein zu gewagtes Unternehmen sehen. Einige Industrielle haben sich erboten, die Schiffe zu einem sehr viel niedrigeren Preise zu bauen, wenn ihnen erlaubt würde, an Stelle der elektrischen Kraftübertragung Rädervorgelege einzubauen.

Dem Entwurf des Marineamtes macht man hauptsächlich den Vorwurf, daß die Hälfte der Kessel über Panzerdeck aufgestellt werden soll, während doch bei der gebräuchlichen Bauart diese wichtigen Einrichtungen gegen feindliche Artillerieeinwirkung durch Einbau unter Panzerdeck geschützt werden.

Die „Engineering News" vom 8. Februar bringen die Ansicht des Dr. Wheeler, Präsident der Crocker Wheeler Electric Co., ehemals Präsident des American Institute of Electrical Engineers, der ein Gegner des elektrischen Antriebs der zukünftigen Kreuzer ist und u. a. folgendes sagt:

„Diese riesigen elektrischen Maschinen, durchflossen von gewaltigen Strömen, mit ihren Kabeln, Widerständen, Ausschaltern und anderen komplizierten Apparaten, die ebenso platzraubend wie zerbrechlich, die Kurzschlüssen, Granatsplittern und anderen Störungsursachen ausgesetzt sind, bilden ein Experiment ohne Vorgang. Kein anderes Land wendet den elektrischen Antrieb auf seinen Kriegsschiffen an".

Dr. Wheeler fordert u. a., daß der Kongreß den Entwurf nicht eher billigen möge, als bis er durch eine Kommission von sachverständigen Ingenieuren geprüft worden ist, da die Techniker des Marineministeriums nicht genügend Erfahrung mit elektrischen Anlagen großer Leistungen hätten. *Sch.*

Die Kosten der Straßenbahnfahrten in den Vereinigten Staaten.

[Genie Civil, Bd. 69, S. 258.]

In Paris beschäftigt man sich sehr eingehend mit der Regelung des Tarifes auf den verschiedenen Stadtbahnen. Teilweise sind der Bevölkerung die Fahrpreise zu hoch, teils können die Betriebsverwaltungen bei den zu niedrigen Tarifen eine genügende Wirtschaftlichkeit nicht erreichen. Es sollen die Fahrpreise nach den durchfahrenen Kilometern abgestimmt und die eingeführten Fahrscheinblocks mit einer Fahrpreisermäßigung verbunden werden. In Paris fährt man z. Zt. für 15 ct II. Kl. und 25 ct I. Kl. rd 10 km, u. zw. auf der Strecke „Porte Vincennes" im Osten bis „Porte Maillot" im Westen. Der Pariser Kraftomnibus leistet für denselben Fahrpreis erheblich weniger.

Der vorliegende Aufsatz empfiehlt den zuständigen Stellen, sich für die weitere Verfolgung dieser Angelegenheit die Studien der amerikanischen Straßenbahnvereinigung als Muster zu nehmen, und berichtet über die Arbeiten von J. Greth, die er Mitte 1916 angestellt hat. Greth steht auf dem Standpunkt, daß mit dem Einheitspreis von 5 ct auch auf den amerikanischen Bahnen eine genügende Wirtschaftlichkeit nicht mehr gewährleistet werden kann. In vielen amerikanischen Städten mit einer Bevölkerung von 0,2 bis 0,4 Mill. Einwohnern kann man für 5 ct 5,47 bis 6,44 km Fahrt zurücklegen. In großen Städten, wie Boston u. a., mit 1 Mill. Einwohnern und mehr steigt die Leistung sogar bis auf 13 km, ohne höhere Einnahmen zu erzielen. In New York ist die Höchstentfernung 21 km und in Chicago sogar 26 km. Nur wenige amerikanische Städte haben einen anderen wie den 5 ct-Tarif. Zu diesen Ausnahmen gehört Cleveland. Man fährt dort für 3 ct rd 6,4 km und bezahlt einen Zuschlag von 1 bis 2 ct für längere Strecken. Der 5 ct-Tarif stammt aus einer Zeit, in der sowohl die Fahrgeschwindigkeiten wie auch die Dichte der Zugfolge und nicht zuletzt die Löhne noch nicht so hoch waren wie derzeit. Auch steht das 5 ct-Stück mit der Betriebsleistung nicht in Zusammenhang, sondern es ist eine Schöpfung der Währungspolitiker. Die fortgesetzten Bemühungen der American Railway Association, die Regierung zur Herausgabe großer Mengen einer kleineren Münze wie 5 ct zu bewegen, waren bisher ergebnislos. Man ist daher gezwungen, die Leistungen der Bahnen an solchen Strecken zu verringern, die bei einem Fahrgelde von 5 ct nicht mehr wirtschaftlich sind.

In vielen Städten tritt beim Kauf von Fahrscheinblocks eine Ermäßigung ein. So kosten z. B. in Milwaukee und Indianapolis 25 Fahrscheine 1 $ statt 125 ct, was einer Ermäßigung von 25% entspricht. In Washington kosten 6 Fahrscheine 25 statt 30 ct gleich 20% Nachlaß. Gerade in dieser Richtung vermissen die Pariser bisher ein Entgegenkommen der Schnellbahnverwaltungen. *—le—.*

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 70.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Amt Kurfürst, Nr. 9320, zu richten.)

Die nächste Sitzung des Elektrotechnischen Vereins findet statt am

Dienstag, den 26. Februar 1918, abends 7 ½ Uhr im Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59 (nahe Karlplatz).

Tagesordnung.

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Bericht der Kassenprüfer.
3. Vortrag des Herrn Dr. Ernst Börnstein über „Probleme der rationellen Steinkohlenverwertung".

Inhaltsangabe.

Steinkohlenvorrat und -verbrauch. Andere Kraftquellen. Veredlung der Kohle durch Entgasung. Verschiedener Verlauf der trockenen Destillation bei Abänderung der Destillationsbedingungen; Tieftemperatur-, Vakuum- und Druckteer. Extraktion der Kohle durch Lösungsmittel. Ozonisierung. Hydrierung der Kohle und ihrer Zerfallprodukte. Vergasungsverfahren.

4. Herr Dr. Beckmann: Kinematographische Vorführung über die Arbeitstherapie von Kriegsbeschädigten.
5. Herr Direktor P. H. Perls: Mitteilung über die Beschäftigung von Kriegsblinden in der Werkstatt (mit Lichtbildern).

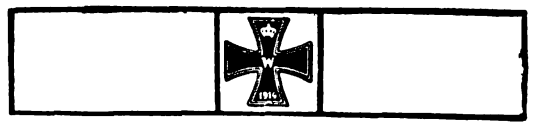
Zur Beachtung: Die Sitzung findet ausnahmsweise im Langenbeck-Virchow-Hause statt.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
L. Schüler.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Hochschulnachrichten. Der Privatdozent für Physik an der deutschen Technischen Hochschule Brünn, Dr. A. Szarvassi, wurde zum a. o. Professor ernannt. — An der Universität München habilitierte sich Prof. P. P. Ewald als Privatdozent für theoretische Physik.



Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:[1])

O. Ulrich, Oberingenieur der Siemens-Schuckertwerke und Leutnant d. L. (Eisernes Kreuz I. Kl.)

A. Witt, Diplomingenieur der A.E.G., Hamburg (Eisernes Kreuz 2. Klasse und Hamburgisches Hanseatenkreuz.).

Wir bitten alle Leser unserer Zeitschrift, uns über Fachgenossen, die im Kampfe fürs Vaterland gefallen sind, oder eine ehrende Auszeichnung erhalten haben, schnellstens Mitteilung zugehen zu lassen.

Mit Rücksicht auf den Raummangel können künftig nur noch solche Auszeichnungen aufgeführt werden, die im Felde erworben wurden. D. S.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602; 1918. S. 19, 59.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Städtisches Betriebsamt Bielefeld[1]). Nach dem Bericht über das 17. Betriebsjahr des Elektrizitätswerks betrug der Anschlußwert für Stadt 11 395 kW (10 757 i.V.), für Landkreis 3639 kW (2633 i.V.), darunter 6300 kW (5955 i.V.) bzw. 2007 kW (1687 i.V.) für Kraft. Die Jahreserzeugung betrug 11,370 Mill. kWh (9,705 i.V.), die Gesamtabgabe 8,690 kWh (7,284 i.V.). Die Gesamteinnahmen betrugen 1,119 Mill. M (1,008 i.V.), der Betriebsüberschuß 0,713 Mill. M (0,641 i.V.). Die Straßenbahn mit 15,2 km Bahnlänge leistete 1,590 Mill. Wagenkm (1,430 i.V.) und beförderte 6,953 Mill. Fahrgäste (5,519 i.V.), entsprechend 4,4 (3,9 i.V.) Fahrgäste auf 1 Wagenkm. Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 0,671 Mill. M (0,535 i.V.), die Ausgaben auf 0,461 Mill. M (0,377 i.V.). Der Betriebskoeffizient berechnet sich zu 68,7 (70,6 i.V.). *—z.*

Firmenverzeichnis.

Frankreich. An der mit 12,5 Mill. Fr gegründeten Société de Radio-Télégraphie ist die Compagnie des Cables Télégraphiques mit 20%, die Marconi-Gruppe mit 40% und die Banque de Paris mit 40% beteiligt. Die neue Gesellschaft übernimmt zwei Apparatefabriken der T. S. F., und die Marconi-Gruppe bringt eine funkentelegraphische Station in New York ein.

Verschiedene Nachrichten.

Verschmelzung der Hamburger Verkehrsgesellschaften. Der Hamburgische Staat beabsichtigt eine Zusammenfassung aller seiner Verkehrsbetriebe, der Hoch- und Untergrundbahn, der Straßenbahnen, der Kraftomnibusse und der Alster-Dampfschiffahrt in Form einer gemischtwirtschaftlichen Unternehmung unter finanzieller Beteiligung des Staates und unter gemeinsamer behördlicher Oberleitung. Die Hamburger Hochbahn A. G., mit 15 Mill. M Aktienkapital, hat sich bereit erklärt, diese Zusammenschließung durchzuführen. Der im Jahre 1922 ablaufende Konzessionsvertrag der Straßen-Eisenbahngesellschaft, deren Aktienkapital 21 Mill. M beträgt, ist nicht verlängert worden. Das Aktienkapital der neuen Gesellschaft wird 64 Mill. M betragen, wovon der Staat durch Einbringung seines Besitzes am Bahnkörper der Hochbahn mit etwa 50 Mill. M beteiligt sein wird.

Elektrizitätslieferung. In der Zeit vom 1. Juli bis 30. September 1917 betrug die nutzbare Energieabgabe der Städtischen Berliner Elektrizitätswerke (mit Eigenverbrauch) 112,628 Mill. kWh (85.663 i.V.), dabei 17,795 Mill. kWh (18,510 i.V.) für Bahnbetrieb. Die Zahl der Abnehmer betrug Ende September 1917 60 887 (+ 5448 g.V.), die Zahl der Hausanschlüsse 25 241 (+ 702 g.V.).

Kabelfabriks- und Drahtindustrie-A. G., Wien. Die Firma hat den größten Teil der Aktien der Zöptauer und Stefanauer Bergbau- und Eisenhütten-A.G., Zöptau, erworben, die ein Aktienkapital von 3 Mill. Kr besitzt; es befand sich bisher ausschließlich im Besitz der Familie der Gründer der Gesellschaft. *Hgn.*

Verschmelzung in der französischen Elektroindustrie. Die Verwaltungsräte der Compagnie Française Thomson-Houston und der Eclairage Electrique haben vorbehaltlich der Bestätigung ihrer Generalversammlungen eine Vereinbarung zur Verschmelzung der Gesellschaften unter dem Namen der erstgenannten beschlossen. Zu diesem Zweck soll das Kapital der Thomson-Houston-Gesellschaft von 60 auf 120 Mill. Fr erhöht werden.

Warenpreise.

Metallpreise an der Londoner Börse[2]). Im Dezember 1917 betrugen die Preise für Elektrolitkupfer ohne Schwankungen 125 bis 121 £, für Standardkupfer 110 bis 110½ £, für Blei 30½ bis 29½ £, für Zink 54 bis 50 £. Standardzinn ist weiter gestiegen und hat für Kasse einen Höchstwert von 307 bis 307½ £, für 3 Monate einen solchen von 297½ bis 298 £ erreicht.

[1]) Bericht über 1910/11 vgl. „ETZ" 1912, S. 97.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 292, 392, 460, 500, 532, 540, 604; 1918, S. 32.

Abschluß des Heftes: 16. Februar 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. C. Sebme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 28. Februar 1918. Heft 9.

Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage.[1])

Von Univ.-Prof. Dr. med. H. Boruttau, Berlin-Grunewald.

Übersicht. Die Irrtümer der Wiener Schule. — Der Mechanismus des Starkstromtodes nach Prévost und Battelli. — Wesen des Herzflimmerns. — Wege und Dimensionen des den Körper durchfließenden Stromes, welche Kammerflimmern herbeiführen. — Bericht über ein amtliches Material von fast 1200 elektrischen Unfällen, an deren Hand der sichere Nachweis geführt wird, daß bei der weitaus überwiegenden Zahl der tödlich verlaufenden Unfälle der Tod durch Herzkammerflimmern herbeigeführt wird. — Besondere Eigenschaften der Hochspannungsunfälle. — Die Rettungsfrage. — Die Erforschung wirksamer Methoden zur Wiederbelebung des Herzens.

Am 27. X. 1914 hat Alvensleben im Elektrotechnischen Verein einen Vortrag über „Die physiologischen Wirkungen elektrischer Starkströme bei Unfällen sowie die heutigen Wiederbelebungsmethoden und ihre Aussicht auf Erfolg“[2]) gehalten und berichtet, daß er die Hergänge bei den Unfällen eines ihm vorliegenden Materiales in Übereinstimmung gefunden hat mit der Darstellung, welche F. Battelli, Genf, in dem von mir mit L. Mann und anderen Forschern herausgegebenen Bd. 1 des „Handbuchs der gesamten medizinischen Anwendungen der Elektrizität usw.“[3]) über das Gesamtgebiet der Schädigungen durch Elektrizität gegeben hat. Diese Darstellung in deutscher Sprache in jenem Handbuch ist im Jahre 1909 auf meine Veranlassung erfolgt, weil ich die grundlegenden Versuche von Prévost und Battelli, welche im wesentlichen in den Jahren 1898 bis 1900 angestellt worden sind, aus eigener Anschauung kannte, sie z. T. schon vor Jahren in Göttingen wiederholt hatte, zu dem gleichen Ergebnis gekommen war wie sie und die Überzeugung gewonnen hatte, daß der von ihnen für die überwiegende Zahl der tödlichen Starkstromunfälle angenommene Mechanismus des Todes richtig ist, im Gegensatz zu den älteren Vorstellungen, die wesentlich an die Namen von d'Arsonval in Paris und von Kratter[4]) in Graz anknüpfen. Letzterem ist man in Österreich bis heute gefolgt, und in der technischen wie gerichtärztlichen und spezialhygienischen Literatur des deutschen Sprachgebiets wird immer und immer wieder Bezug genommen auf das Buch, welches S. Jellinek, Wien, unter dem Titel „Elektropathologie“ im Jahre 1903 hat erscheinen lassen,[5]) also nach Abschluß der Arbeiten von Prévost und Battelli, die er darin auch öfter zitiert, ohne indessen ihre wirkliche Bedeutung erkannt zu haben. Jellinek ist an das Gebiet als Mitarbeiter des Wiener Vertreters der gerichtlichen Medizin, Kolisko, wesentlich vom Standpunkte des pathologischen Anatomen herangezogen, und er hat, was ich an dieser Stelle ausdrücklich vorausschicken möchte, sich das Verdienst erworben, die sichtbaren Veränderungen an der Leiche elektrisch Getöteter genau untersucht und beschrieben zu haben, ein reiches kasuistisches Material hinsichtlich tödlicher und nichttödlicher elektrischer Unfälle (bei letzteren mit ihren späteren Folgen) gesammelt, in Veröffentlichungen, einer Schausammlung und dem bekannten „Atlas der Elektropathologie“[1]) zugänglich gemacht, vor allem aber auch für Aufklärung und Unfallverhütung in ärztlichen und technischen Kreisen wirksam agitiert zu haben. Aber er hat seine Arbeiten m. E. nicht mit genügenden physikalischen und physiologischen Kenntnissen begonnen, die er im Laufe jahrelanger Tätigkeit natürlich zu ergänzen und zu berichtigen reiche Gelegenheit gehabt hat; trotzdem hält er auch heute noch fest an nicht mehr haltbaren Vorstellungen über den Mechanismus des Starkstromtodes[2]). D'Arsonval und Kratter hatten angenommen, daß dieser wesentlich durch Lähmung der Atmung zustande kommt, die entweder durch direkte Einwirkung des Stromes auf das Zentralnervensystem resultiert, von dem aus die Atembewegungen in Gang gesetzt und erhalten werden, oder reflektorisch durch die Reizung peripherischer Nerven, die ihrerseits durch Vermittlung des Zentralnervensystems die Atembewegungen hemmt. Bei der ersteren Einwirkung müßten mikroskopisch Veränderungen der zelligen Elemente in den Zentralorganen, insbesondere im Kopfmark (Verbindungsteil zwischen Gehirn und Rückenmark), wo das eigentliche „Atemzentrum“ liegt, nachzuweisen sein, und Jellinek hat sich bemüht, solche im Gehirn von Versuchstieren nach Tötung durch den Strom nachzuweisen. Sie sind aber selbst dort, wo der Strom durch die betr. Teile des Zentralnervensystems hindurchgegangen ist, durchaus nicht immer zu erkennen, betreffen auch, wie neuestens bei den elektrischen Hinrichtungen in Amerika wieder konstatiert wurde, wesentlich kleine Blutgefäße in einem Umfange, der allein nimmermehr tödliche Funktionsaufhebung begründen kann. Außerdem geht, wie ich heute zeigen werde, der Strom bei den Unfällen nur selten überhaupt durch diese Gegend des Zentralnervensystems. Die Wiener Schule nimmt dann Aufhebung der Funktionen, insbesondere Hemmung der Atmung durch Reflex an, sie vergleicht den durch den Starkstrom gesetzten Zustand mit dem durch schwere mechanische Verletzungen gesetzten, von den Medizinern vielfach als Schock bezeichneten Zustande allgemeiner Funktionshemmung, der von selbst vorübergehen oder durch wiederbelebende Maßnahmen zum Verschwinden gebracht werden kann. Eine wichtige Rolle soll bei der Entstehung des Schocks auch der Schreck über die Einwirkung des Stromes auf das Gefühl und der dabei erzeugte, oft ganz gewaltige Schmerz spielen, und es wird nach Jellinek dem Umstande, ob die Stromberührung unerwartet kam oder nicht, ein großes Gewicht beigelegt; es wird behauptet, daß Narkose und Schlaf bei Tier und Mensch die Gefährlichkeit der nämlichen Stromdimensionen vermindern. Kurz: Verletzung des Zentralnervensystems, (direkter und reflektorischer) Schock und psychogene Wirkung sind nach der Wiener Schule die Faktoren des Todes durch Elektrizität, und die Dimensionen der Durchströmung, bei gleichen Verhältnissen der Widerstände und Ein- und Austrittsstellen (deren Bedeutung ja Jellinek erkannt hat und vielfach treffend darstellt), Spannung, Stromstärke usw. treten so sehr hinter individuellen Schwankungen größerer oder geringerer Empfänglichkeit zurück, daß sich nicht Bestimmtes angeben läßt und eine äußerste Buntscheckigkeit des Todesmechanismus resultiert. Nach den neueren Veröffentlichungen Jellineks[1]) ist der Tod durch Elektrizität, entsprechend den Begriffen der Hemmung und des Schocks, im wesentlichen ein Scheintod, aus dem Wiederbelebung möglich ist, wenn frühzeitig genug künstliche Atmung eingeleitet und unverdrossen stundenlang fortgesetzt wird. Diesen, wie gesagt von Jellinek auch jetzt immer wiederholten Sätzen ist gegenüberzustellen, daß gegen Ende des Jahrhunderts ziemlich gleichzeitig und unabhängig der Amerikaner Cunningham und die Welschschweizer Prévost und Battelli es ausgesprochen haben, daß der Tod durch industriellen Starkstrom wesentlich durch Herzlähmung zustande kommt, während die Schädigungen des Nervensystems für die vielfachen, dieses System betreffenden Folgeerscheinungen nach nichttödlichen elektrischen Unfällen verantwortlich sind, die uns, die wir Todesmechanismus und Rettungsfrage im Auge haben, ebensowenig interessieren, wie die Verbrennungen (soweit diese nicht für Verhütung des Todes durch Widerstandserhöhung in Frage kommen), daran anschließende Eiterungen, Verstümmelungen usw.[2]) Prévost und Battelli haben durch eine lange Reihe seit 1898 angestellter Tierversuche den Nachweis geführt, daß unter den bei technischen Unfällen vorwaltenden Bedingungen der Tod ganz überwiegend dadurch zustande kommt, daß das Herz durch die elektrische Durchströmung in einen Zustand versetzt wird, in dem seine funktionswichtigsten Abteilungen, die Kammern, nicht mehr ihre normale, rhythmische Tätigkeit des Pumpens mit abwechselnder Zusammenziehung und Erschlaffung innehalten, sondern „flimmern“, so daß der Kreislauf aufgehoben wird; das Kammerflimmern dauert bei den Herzen großer Tiere, darunter des Menschen, auch nach Öffnung des Stromes an und macht geordneter Herztätigkeit nicht wieder Platz, so daß der Kreislauf dauernd stockt und infolge Aufhebung der vom Blute besorgten Sauerstoffzufuhr das Zentralnervensystem und die übrigen Körperorgane „ersticken“ müssen. Das Flimmern des elektrisierten Herzens war schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts von K. Ludwig und Hoffa in Leipzig beim Kaninchen entdeckt und beschrieben worden. Man wußte, daß es durch Gifte, insbesondere die Einatmungsnarkotika zustande kommt, und daß ein Teil der Todesfälle in der Chloroformnarkose, bei denen das Herz plötzlich versagt, durch Herzflimmern zu

---

[1]) Vortrag, gehalten in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins Berlin am 18. XII. 1917 („ETZ“ 1918, S. 30). Zugleich eine Erwiderung auf S. Jellineks „Elektropathologische Streiflichter“, „ETZ“ 1917, S. 361. Die Diskussion wird in einem späteren Hefte der „ETZ“ zum Abdruck gelangen.

[2]) Vgl. „ETZ“ 1915, S. 381, 398, 433.

[3]) Verlag von Dr. W. Klinkhardt, Leipzig. Vgl. „ETZ“ 1910, S. 616.

[4]) Vgl. „ETZ“ 1905, S. 1015.

[5]) Verlag von F. Enke, Stuttgart. Vgl. „ETZ“ 1905, S. 1015.

[1]) Vgl. „ETZ“ 1909, S. 1074.

[2]) So zuletzt vor Kriegsausbruch vor der British Association; endlich in einem Artikel, der in der „ETZ“ 1917, S. 361, unter der Überschrift „Elektropathologische Streiflichter“ erschienen ist. Auf die in ihr enthaltenen Irrtümer und gegen mich gerichteten Angriffe werde ich weiter unten wiederholt eingehen müssen.

[1]) In der „Elektropathologie“ ist allerdings davon so allgemein noch nicht die Rede.

[2]) Nicht nur praktische Ärzte halten diese Dinge nicht genügend auseinander, sondern auch Jellinek, insbesondere in dem zuletzt angeführten Artikel, glaubt seine unbegründeten Angriffe in der Frage des Todesmechanismus gewichtiger erscheinen zu lassen, indem er eine Besprechung aller möglichen Gegenstände der Elektropathologie damit verbindet.

Digitized by Google

erklären ist. Prévost, der Professor der Arzneimittellehre in Genf war, bevor er als Nachfolger von M. Schiff den Lehrstuhl der Physiologie übernahm, beschäftigte sich gerade mit der Frage der Wiederbelebung bei diesen traurigen Unfällen, und dies wurde die Veranlassung, daß er mit Battelli die Erscheinung des Herzflimmerns und die schädigenden Einwirkungen der Elektrizität auf den tierischen und menschlichen Körper erforscht hat, und zwar, wie ich auch hier betonen möchte, sich gründend auf die Arbeiten deutscher Physiologen und mit einer Gründlichkeit und Ehrlichkeit, die ihnen in keiner Weise nachsteht. Was ist Herzflimmern, was Kammerflimmern?[1]) Die vom Strom in genügender Dichte[2]) durchsetzten Abteilungen des Herzens, und zwar dann, wenn nicht am bloßgelegten oder ausgeschnittenen Herzen experimentiert wird, vorwiegend die Kammern (während die Vorkammern rhythmisch weiterschlagen können) geraten in ungeordnete Tätigkeit ihrer Muskelzellen, die sich häufiger, kürzerdauernd und mehr oder weniger wild durcheinander zusammenziehen — daher auch die Bezeichnung „fibrilläre Zuckungen" —, statt geordnet und gleichzeitig, so daß „systolische" Verkleinerung ihrer Hohlräume und damit blutaustreibende Druckpumpwirkung zustande kommt, die durch „diastolische" Erschlaffung und Neufüllung abgelöst wird. Das elektrisierte Herz bietet an seiner spiegelnden Oberfläche eben die Erscheinung des Flimmerns mit mehr oder weniger deutlichem Wühlen oder Wogen an einzelnen Stellen.[3])

Aus dem Wesen der Herzfunktion geht hervor, daß Vorkammerflimmern den Kreislauf nicht wesentlich zu stören braucht, und dank der Elektrokardiographie weiß man jetzt, daß Krankheitszustände gar nicht so selten sind, in denen die Vorkammern dauernd flimmern und die Kammern mit einer gewissen Störung des normalen Rhythmus weiterschlagen: Patienten mit dieser Störung können Jahre lang leben. Kammerflimmern, experimentell erzeugt, geht aber nur beim Kaltblüter und bei kleineren Nagetieren, wie Ratten und Mehrschweinchen, von selbst vorüber, so daß die Kammern mit Aufhören der Schädlichkeit, etwa der elektrischen Durchströmung, von selbst ihre Tätigkeit aufnehmen. Bei größeren Tieren, wie Hund, Katze und Pferd, und leider auch beim Menschen, ist dies kaum je der Fall. Eintritt von Kammerflimmern bedeutet an sich dauernden Stillstand des Kreislaufs und damit, wie erwähnt, eben den Tod, wirklichen Tod, nicht „Scheintod", — es sei denn, daß es gelingt, die rhythmische Herztätigkeit durch künstlichen Eingriff wiederherzustellen. Der Pathologe H. E. Hering, jetzt in Köln, hat nachgewiesen, daß gewisse plötzliche Todesfälle durch „Herzschlag", bei denen keine tiefergreifenden krankhaften Veränderungen am Herzen durch die Leichenschau nachweisbar sind, durch plötzlichen Eintritt von Kammerflimmern erklärt werden müssen; dieser „Sekundenherztod" anscheinend gesunder Menschen ist als Folge von Übererregung des Herzens unter Mitwirkung seiner regulierenden Nerven aufzufassen und ist künstlich von Wiener Forschern erzeugt worden durch gleichzeitige starke Reizung des Nervus vagus, des herzhemmenden, und des Akzelerans, des herzbeschleunigenden Nerven: Eintritt von Kammerflimmern, während die Vorhöfe weiterschlagen.[4])

Ich brauche vor Ihnen nicht erneut genauer darauf einzugehen, daß für das einzelne Organ in letzter Linie[2]) der elektrische Effekt im Sinne der Arbeit in der Zeiteinheit, also Volt × Ampere × Sekunden maßgebend sein wird[3]), daß dafür, was auf jedes Organ (Herz, Zentralnervensystem, bestimmte Muskeln usw.) trifft, dessen Lage im Körper, relative Größe und relativer Widerstand, sowie der Ort des Stromein- und austritts maßgebend sein werden — alles nach den Kirchhoffschen Gesetzen der Stromverzweigung —, daß der Effekt auf den ganzen Körper dagegen einfach gleich dem Produkt aus der „Unfallspannung" und der Stromstärke, berechnet auf den Gesamtquerschnitt der Strombahn, und mit der Zeitdauer der Durchströmung ist. Die Stromstärke hinwiederum berechnet sich nach dem Ohmschen Gesetz als Quotient der Unfallspannung durch die Gesamtwiderstände zwischen Ein- und Austrittsstelle, von denen die Übergangswiderstände an diesen Stellen bekanntlich eine ganz wesentliche Rolle spielen. Daß zarte oder schwielige Haut, Vorhandensein oder Nichtvorhandensein und Zustand von Bekleidungsstücken oder Schuhwerk, Grad etwaiger Durchfeuchtung usw. für den Ausgang eines Unfalls unter sonst gleichen Verhältnissen von größter Bedeutung sind, wurde ja von allen Autoren, insbesondere auch von Jellinek mit Recht immer wieder betont. Wie groß bei einem Unfall die den ganzen Körper betreffende Stromstärke gewesen ist, wird sich meist nicht sagen lassen, und wie groß der Anteil ist, der auf das einzelne Organ entfällt, ist auch in den Tierversuchen unmöglich, festzustellen, höchstens unter Berücksichtigung der anatomischen Verteilung der Substanzen mit ihren verschiedenen Grenz- und inneren Widerständen im Körper ungefähr abzuschätzen. Aber die „Unfallspannung", um sie auch hier so zu bezeichnen, und die den gesamten Körper betreffende Stromstärke läßt sich im Tierversuch mit Volt- und Milliamperemeter messen. Indem sie außerdem von vornherein zwischen Gleichstrom und Wechselstrom unterschieden und die Periodenzahl des letzteren veränderten, haben Prévost und Battelli festgestellt, daß es gerade die in der Technik an den Verbrauchsstellen am meisten in Betracht kommenden Spannungen zwischen 50 und 500 V sind, welche derartige Effekte vermitteln, daß, wenn genügende Stromzweige das Herz durchsetzen, dieses zum Kammerflimmern gebracht wird. Bei kleineren Tieren, insbesondere aber beim bloßgelegten Herzen, genügen noch weit niedrigere Spannungen, bis herab zu wenigen Volt, da die Widerstandsverhältnisse die Stromstärke im Herzen genügend groß werden lassen. Das Kammerflimmern ist bei kleinen Nagern, ebenso wie beim Frosch, vielfach vorübergehend; nach Öffnung des Stroms nimmt das Herz sofort oder bald seine normale Rhythmik wieder auf, nachdem eine Zwischenzeit völligen Stillstandes, die sogenannte postundulatorische Pause[4]) vorangegangen ist. Beim Hunde, Pferde, Menschen ist, wie schon erwähnt, das Kammerflimmern endgültig und macht von selbst geordneter rhythmischer Tätigkeit nicht wieder Platz. Prévost und Battelli fanden, daß bei Wechselstrom eine weit geringere Spannung (d. h. ceteris paribus-Stromstärke) zu dieser verhängnisvollen Wirkung genügt, als bei Gleichstrom, und diese Tatsache ist auch von der staatlichen französischen Kommission zum Studium der Starkstromunfälle, die in Paris unter Vorsitz von G. Weiß gearbeitet hat, und deren 1912 veröffentlichte Ergebnisse schon von Alvensleben[1]) hier berichtet worden sind, an der Hand des Amperemeters bestätigt worden. Ich habe das gleiche tun können: Für mittelgroße Hunde werden bei Längsdurchströmung des Körpers bereits 100 mA Wechselstrom tödlich, während diese Gefahrgrenze für Gleichstrom bei einer 4- bis 5-mal höheren Stromstärke (0,4 bis 0,5 A) liegt. Die Wechselstromfrequenz ist dabei in dem Sinne von Bedeutung, daß gerade die bei den Generatoren unserer Zentralen üblichen Frequenzen um 50 Per/sek am gefährlichsten sind; bei starker Frequenzsteigerung werden unter sonst gleichen Verhältnissen höhere Spannungen bezw. Stromstärken für die tödliche Wirkung erforderlich, und es ist ja bekannt, daß die hochfrequenten Schwingungen des Tesla- oder d'Arsonval-Instrumentariums im allgemeinen außer der durch die Stromwärme gesetzten (als Diathermie zu Heilzwecken benutzten) keine physiologische Wirkung überhaupt mehr ausüben, da sie keine Ionenverschiebungen (in flüssigem Medium bezw. an halbdurchlässigen Membranen) auf die es bei den lebenden Gebilden ankommt, bewirken können. Aber schon bei der üblichen niederen Frequenz des gewöhnlichen Wechselstroms haben Prévost und Battelli die Entdeckung gemacht, daß die Wirksamkeit, das verhängnisvolle Herzkammerflimmern auszulösen, nicht etwa mit dem Ansteigen der Spannung zunimmt, vielmehr bewirken direkt zugeleitete Wechselströme höherer Spannung, bei kleinen Tieren schon von 1200 V beginnend, gar kein Kammerflimmern mehr; das Herz schlägt vielmehr weiter, während vielleicht die Atmung gehemmt oder gelähmt ist, wenn der Strom durch die Längsachse des Tieres einschließlich des Gehirns und Kopfmarks gesandt wurde. Da es auch hierbei nur auf die Stromstärke, bezw. die Wattzahl, und auf ihre Verteilung in der Zeit (s. oben) ankommen wird, so handelte es sich darum, daß ein Gebiet stärkster Wirkung, ein sogenanntes physiologisches Optimum vorhanden ist, welches ich in demnächst zur Veröffentlichung gelangenden Versuchen hinsichtlich der Nachdauer des Flimmerns beim ausgeschnittenen überlebenden Warmblüterherzens direkt habe nachweisen können. Prévost und Battelli haben aber noch weiter gezeigt, daß hochgespannter Wechselstrom nicht nur kein Kammerflimmern setzt, sondern das flimmernde Herz auch derjenigen Tiere wieder (nach Auftreten der obengenannten Pause) zu rhythmisch geordneter Tätigkeit bringen kann, bei denen dies von selbst nicht eintritt, — ohne weitere Hilfsmittel allerdings nur, wenn seit Beginn des Kammerflimmerns höchstens eine Viertelminute vergangen ist; ebenso wirkt eine einzige kräftige Kondensatorentladung. Ich komme auf diese für die Rettungsfrage höchst wichtige Entdeckung noch zurück. Wie schon angedeutet, habe ich selbst in vielen Tierversuchen die Ergebnisse der Genfer Forscher durchaus bestätigt, und ich gebe einige typische Kurvenbilder (Abb. 1 bis 5) hier wieder. Ich möchte hier gleich noch bemerken, daß Jellinek die geschilderten, das Kammerflimmern betreffenden Ergebnisse von Prévost und Battelli unter der vortrefflichen Leitung des jetzt den Prager deutschen Lehrstuhl der Physiologie bekleidenden Armin v. Tschermak, damals im Laboratorium der Wiener tierärztlichen Hochschule, wenigstens für Gleichstrom bestätigt und ausführlich[5]) veröffentlicht hat. Er hat die Versuche aber bisher nicht für Wechselstrom fortgesetzt und die damals zu ziehenden Schlüsse wohl in jener Arbeit, nicht aber in sonstigen Veröffentlichungen gezogen[3]), offenbar da er die im Gegensatz zu seinem Buche von 1903 und seiner „Schule"

[1]) In dem Vortrag selbst wurde hier eine kurze Darstellung der normalen Herztätigkeit an Hand einiger Lichtbilder eingeschaltet, die den Bau des Herzens, das Wesen des Kreislaufs usw. versinnlichten.

[2]) Genügende Dichte und genügende Dauer der Durchströmung ist das grundsätzliche Erfordernis für jede physiologische Wirkung oder störende Beeinflussung durch Elektrizität, die je nach dem betroffenen Organ verschieden sein wird (Reizung der Nerven und Muskeln; Erregung und Hemmung der nervösen Zentralorgane, dementsprechend im und nach dem Unfall Streckkrampf, epileptischer Anfall, Atmungs- oder Skelettmuskellähmung usw.; Verbrennungen bis zur Verkohlung; Verätzungen; innere Zertrümmerungen durch Erhitzung oder Gasbildung). Immer ist Ionenverschiebung bzw. Elektrolyse, oder aber die Joulesche Stromwärme die Grundlage der Wirkungen. Auf die mathematisch formulierbaren Gesetze der elektrischen Erregung kann hier unmöglich eingegangen werden.

[3]) Es wurde das Flimmern eines elektrisierten Froschherzens episkopisch vorgeführt.

[4]) Es wurden Kurven nach Rothberger und Winterberg gezeigt, die das deutlich erkennen lassen.

[2]) Abgesehen von den Besonderheiten der Organe im Sinne der mathematisch formulierbaren Reizgesetze, wie „Geschwindigkeit des Reagierens" (Lapicque) bzw. „Nutzzeit" (Gildemeister).

[3]) Formulierungen, in denen der physiologische Effekt als Funktion einer Unzahl von Bedingungen dargestellt wird (Jellinek u. a.), sind nichts als scheinmathematische Spielereien.

[4]) Von Gewin, Winterberg und Turrettini genauer untersucht.

[1]) „ETZ" 1915, S. 398.

[5]) „Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie", Bd. 124. 1908, S. 236.

[3]) Ich werde unten den Artikel in der „ETZ" 1917, S. 361, in dieser Hinsicht noch näher zu besprechen haben.

Digitized by Google

stehenden Feststellung von Prévost und Battelli nicht anerkennen will, daß in der überwiegenden Mehrzahl der Starkstromtodesfälle der Tod durch das Kammerflimmern als unmittelbare Wirkung des Stromes bedingt wird! Es ist die eigentliche Aufgabe meines Vortrages, die Elektrotechniker von der Richtigkeit dieser Angabe zu überzeugen, und, bevor ich auf die Ergebnisse meiner Bearbeitung des wohl umfangreichsten bisher untersuchten Unfallmaterials eingehe, möchte ich

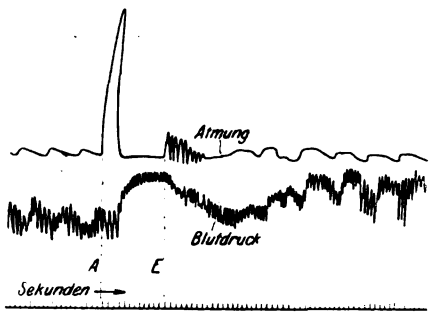


Abb. 1. Versuch an einem Hunde: Von *A* bis *E* Durchströmung mit Gleichstrom 110 V, etwa 50 mA zwischen Maul und rechtem Vorderbein. Blutdrucksteigerung und Atemhemmung während der Durchströmung. Atmung kehrt von selbst wieder. Nach Stromöffnung sinkt der Blutdruck, um dann (vorübergehend) wieder zu steigen. Tier überlebt.

kurz das Verhalten unter zwei besonderen Bedingungen erörtern, das auch durch mein Material reichlichst belegt werden wird: Nämlich erstens dio Wirkungen der Hochspannung, worunter ich die Unfälle rechne, die durch Berührung von Leitern zustandekommen, die gegeneinander bezw. die Erde eine Potentialdifferenz von mindestens 1000 V haben, wobei es sich, abgesehen von den nicht lebensgefährliche Stromstärken erreichenden Röntgenröhrenkreisen, ausnahmslos um Wechselstrom handelt. Daß solcher hochgespannter Wechselstrom an sich kein Kammerflimmern erzeugt, wurde schon erwähnt und wird durch Unfälle der Technik bewiesen, bei denen solcher Strom durch den Körper des Verunglückten einschließlich des Herzens gegangen ist und, ohne zu töten, die allerschwersten Verbrennungen hervorgerufen hat, die die Absetzung von Armen

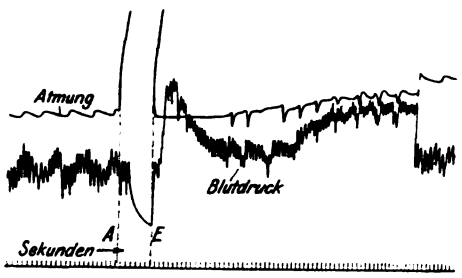


Abb. 2. Versuch an einem Hunde: Von *A* bis *E* Durchströmung mit Wechselstrom 75 V, etwa 50 mA zwischen Maul und rechtem Vorderbein. Während der Durchströmung steht das Herz still durch Reizung des am Halse durchströmten Nervus vagus. Bei Öffnung steigt der Blutdruck an. Atmung vorübergehend gehemmt, setzt von selbst wieder ein. Nach einer Pause ist alles wieder normal (rechtes Ende der Kurve).

und Beinen nötig machten. Hier hat man allerdings dem Umstande eine wichtige Rolle zugeschrieben, daß durch völlige Verkohlung an Stromein- und -austrittsstellen der Widerstand schnell so gewaltig erhöht wird, daß es praktisch einer „automatischen oder Selbstausschaltung" gleichkommt[1]), indessen würde die kurze Zeit der vollen Stromstärke bei niedrigerer Spannung zur Erzeugung von Kammerflimmern genügt haben, und anderseits betrifft ein Teil der geschilderten nichttödlichen Unfälle solche Vorkommnisse, bei denen der Betreffende die spannungslosen Leitungen fest angefaßt hatte und währenddessen erst eingeschaltet worden ist; bei anderen zahlreichen Hochspannungsunfällen liegt die Sache vielmehr so, daß noch gar keine Berührung, sondern nur eine gewisse Annäherung an den stromführenden Leiter nötig ist, um den Funken oder Lichtbogen überspringen zu lassen (bis zu 10 cm und mehr bei den höchstvorkommenden Spannungen!). Hier findet der hauptsächliche Potentialausgleich gar nicht im Körper, sondern außerhalb des Körpers statt; der Anteil am gesamten Gefälle, der sich im Körper ausgleicht, entspricht einer Niederspannung und wirkt auch ganz wie ein niedriggespannter Wechselstrom, wenn er durch das Herz hindurch fließt, d. h. er tötet durch Kammerflimmern! Hierdurch, aber auch durch sofortige Verbrennung lebenswichtiger Teile, indirekt durch Abstürze usw. verläuft ein großer Teil der Hochspannungsunfälle tödlich, und die Durcharbeitung des statistischen Materials läßt deutlich erkennen, daß bei Berührungen mit den elektrischen Leitungen, in denen Leistungen von bis zu tausenden von kW auf weite Entfernungen fortgeführt werden, ganz in ähnlicher Weise die jeweiligen Umstände die Folgen bestimmen wie bei der Berührung mit Teilen von Mechanismen, in denen solche gewaltigen Energiemengen als mechanische Arbeit frei werden, — also wenn jemand mit einer mechanischen Transmission, einem Schwungrade, einem fahrenden Eisenbahnzuge in Berührung kommt, wobei er, je nachdem, fortgeschleudert,

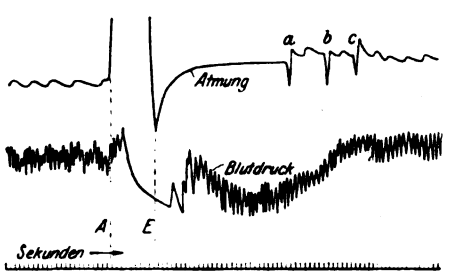


Abb. 3. Versuch an einem Hunde: Von *A* bis *E* Durchströmung mit Wechselstrom 150 V, etwa 100 mA zwischen Maul und rechtem Vorderbein. Bei *a*, *b*, *c* künstliche Atmung. Durch diese kehren die natürlichen Atembewegungen wieder, die gehemmt waren. Während der Durchströmung Herzstillstand durch Vagusreizung wie in Abb. 2. Tier bald wieder normal.

leicht oder schwer verletzt, auf der Stelle getötet und in Stücke gerissen werden kann.

Das andere Extrem gewissermaßen zum tödlichen Hochspannungsunfall bilden die Vorkommnisse, wo Menschen durch Ströme mit Spannungen von 220 V abwärts, oft 110 und noch darunter bis 80 V und vielleicht noch weniger, zu Tode gekommen sind.

Wie wir sehen werden, sind sie leider sehr häufig und haben alle etwas Gleichartiges, Typisches: es handelt sich darum, daß Personen im Zustande besonders vollkommener Erdung Niederspannungsleitungen berühren, so daß der Strom durch das Herz gehen muß, — etwa daß in einer feuchten Baugrube oder mit durchnäßtem Schuhwerk auf der Sohle eines Bergstollens stehende oder in einem metallenen Kessel arbeitende eine fehlerhafte oder unvorschriftsmäßig montierte Handlampe anfaßten oder ein in einer Backstube tätiger Arbeiter die eiserne Backofentür, die zufällig mit der Lichtleitung Kontakt hatte, — oder endlich daß solche Berührung böswillig oder aus „Scherz" absichtlich herbeigeführt wurde: der Betroffene stürzt mit oder ohne Aufschrei zusammen, oder er vermag noch einige Schritte zu gehen und einige Worte zu sagen und bricht dann zusammen (bei flimmerndem Herzen kann die Atmung, wie die Tierversuche zeigen, weitergehen); Rettungsversuche mit künstlicher Atmung erweisen sich als erfolglos. In medizinischen Kreisen haben in allerletzter Zeit einige Unfälle Aufsehen erregt, in denen unversehens der Tod dadurch eingetreten ist, daß Wechselstrom der üblichen Periodenzahl zu Heilzwecken (sinusoidale Faradisation) durch den Körper geschickt wurde, so daß das Herz gefährdende Stromzweige erhielt; daran wirkten die beiden Umstände mit, erstens daß die heutigen fahrbaren Anschlußtischchen meist nicht mehr die altherkömmlichen, durch schwachen Gleichstrom betriebenen Induktorien enthalten, deren steile und schwache Sekundärströme die Nerven stark erregen, aber bei Menschen und größeren Tieren durchaus gefahrlos für das Herz sind, und zweitens, daß man erst neuerdings Veranlassung hatte, den

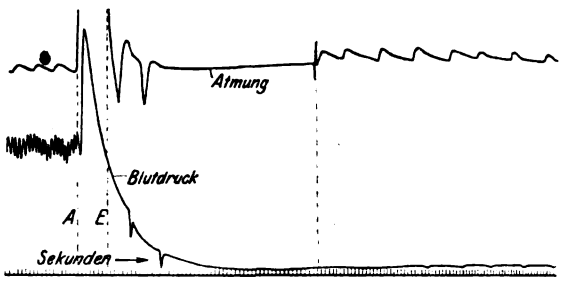


Abb. 4. Versuch an einem Hunde: Von *A* bis *E* Durchströmung mit Wechselstrom 150 V, etwa 100 mA zwischen Maul und linkem Hinterbein. Sofortiges Absinken des Blutdruckes auf Null infolge Herzkammerflimmerns, das nach Stromöffnung andauert. Die zunächst gehemmte Atmung kehrt von selbst wieder, wird aber bald schwächer (und erlischt) wegen des Stillstandes des Blutkreislaufes Tier stirbt (trotz bald vorgenommener künstlicher Atmung).

Wechselstrom in solcher Dichte gerade durch den Rumpf zu leiten, daß er gefährlich werden konnte. Man hat in einigen Fällen erstaunen müssen, wie schwach er offenbar gewesen ist (Spannung bis unter 60 bis 70 V, Intensitätsmessung wurde aus naheliegenden Gründen unterlassen). Hier und ebenso bei vielen technischen Unfällen mit tödlichem Ausgange ist deswegen an eine abnorme Empfindlichkeit des Verunglückten gedacht worden. Man hat an reine „Schreck- oder Schockwirkung" (s. oben) gedacht, nach vorher bestandenem Herzfehler, Nervenkrankheiten (Trunksucht) gesucht, wie aus den Angaben der Ärzte und Inspektoren im Unfallaktenmaterial hervorgeht. Eine Hauptrolle spielt der Zustand von Menschen, die ein eigentümliches, sonst nur im Kindesalter vorhandenes, später sich zurückbildendes Organ, die sog. Thymusdrüse, in

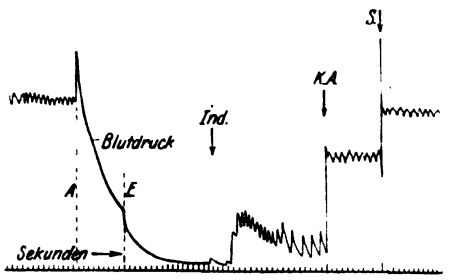


Abb. 5. Versuch an einer Katze: Atmung nicht besonders verzeichnet. Von *A* bis *E* Durchströmung mit Wechselstrom 150 V (etwa 100 mA) zwischen rechtem Vorder- und linkem Hinterbein. Alsbaldiges Absinken des Blutdruckes auf Null durch Herzkammerflimmern Bei Ind. Induktionsschlag bzw Kondensatorentladung eines Ruhmkorffschen Induktors: Das Herz beginnt, wiede zu schlagen droht aber zu erlahmen, weil die Atembewegungen gehemmt sind, die in der Pause bei *KA* durch künstliche Atmung wieder hergestellt werden. Bei *S* intravenöse Suprareninein spritzung. Tier überlebt (Fall erfolgreicher Wiederbelebung bei Kammerflimmern durch Eingreifen 15 sek nach Stromöffnung).

ausgebildeter Form besitzen, und von denen die Erfahrung gelehrt hat, daß plötzlicher Tod bei ihnen häufiger vorkommt als sonst, — und zwar ganz offenbar der von Hering (siehe oben) so genannte Sekundenherztod durch Herzkammerflimmern. Es wäre in der Tat nicht verwunderlich, wenn hier auch geringere elektrische Effekte im Herzen zur Hervorrufung dieses Vorganges genügten. Es ist dabei, wie überhaupt bei der Schwankungsbreite der gefährlichen Dimensionen, die unbedingt zugegeben werden muß, aber auch vor allem an abnorm niedrige Widerstände zu denken, insbesondere auch daran, daß bei längerer Durch-

[1]) Prévost und Battelli haben diesen Fragen besondere Tierversuche gewidmet. Überhaupt bildet die Erforschung der Widerstandsverhältnisse des menschlichen Körpers ein wichtiges eigenes Gebiet.

Digitized by Google

strömung gut durchfeuchteter Haut (speziell mit Wechselstrom) der Widerstand stark abnehmen bzw. ganz bestimmte Schwankungen zeigen kann.

Daß aber das Wesen des Todesmechanismus, der Eintritt von Herzkammerflimmern und die wesentlichen Schlüsse von Prévost und Battelli aus den Tierversuchen auf die Unfälle am Menschen, entgegen Jellineks Einreden, durch das Vorkommen besonders „empfänglicher" Zustände in keiner Weise beeinflußt wird, das zu beweisen, nahm ich mir vor durch Heranziehung eines möglichst großen amtlichen Unfallmaterials. Durch das Entgegenkommen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, des Preußischen Handelsministeriums und des Zentralkomitees für das Rettungswesen in Preußen haben mir die Inspektionsakten von im ganzen 1190 elektrischen Unfällen vorgelegen, unter denen 340 mit tödlichem Ausgang. Sie betreffen hauptsächlich Preußen, z. T. auch die anderen deutschen Bundesstaaten seit 1906. Besonders das ältere Material ist äußerst lückenhaft hinsichtlich der Angaben, und auch im neuesten, bis in die ersten beiden Kriegsjahre reichenden fehlt es trotz der neuen eindringlichen Ministerialerlasse oft an den nötigen Angaben über Stromart, Spannung und Hergang des Unfalles. Angaben von Ärzten und Laien, die das Verhalten von Kreislauf und Atmung gleich nach dem Unfall betrafen, über die Verletzungen genauere Auskunft gaben usw., sind überhaupt selten und spärlich, und es ist der Fragebogen, den in der letzten Zeit vor Kriegsausbruch das Zentralkomitee für das Rettungswesen zu versenden begonnen hat, berufen, hier bessernd einzugreifen. Da mir aber nur einige wenige vollständig beantwortete derartige Fragebogen vorlagen, mußte ich mich fragen, ob die sonst vorhandenen Angaben genügende Anhaltspunkte zur Beurteilung des Todesmechanismus lieferten. Es wurde notwendig, sich im wesentlichen auf Ermittlung der Stromein- und -austrittsstellen zu beschränken und aus ihnen zu ersehen, ob der Strom im einzelnen Falle durch das Herz gegangen ist (Abb. 6) oder

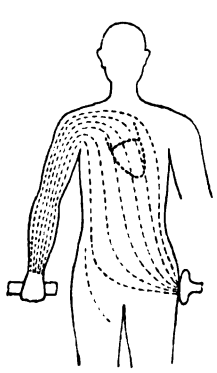


Abb. 6. Schema tödlicher Durchströmung des menschlichen Herzens (rechte Hand faßt stromführende Leitung, linke Hüfte berührt geerdeten Leiter), oder umgekehrt.

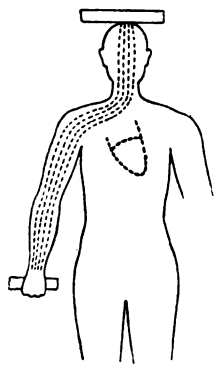


Abb. 7. Schema einer Durchströmung nur des Kopfes und Halses (mit Gehirn und Kopfmark) aber nicht des Herzens: Scheitel an stromführender Leitung; rechte Hand umfaßt geerdeten Leiter, oder umgekehrt.

nicht (Abb. 7), und ob er die wichtigsten Teile des Zentralnervensystems, die im Kopf und Hals liegen, hat beeinflussen können oder nicht. Im übrigen wurde auf die Angaben betreffend den Hergang beim Eintritt des Todes, Ausdehnung der Brandwunden, Vornahme von Wiederbelebungsversuchen und Erfolg derselben geachtet und sonstige wichtige Einzelheiten mit verzeichnet. Die derartig bearbeiteten 340 Einzelprotokolle habe ich der ausführlichen Veröffentlichung beigegeben, welche in der „Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin", Bd. 55, Heft 1 erscheinen wird.[1]) Hier möchte ich nur die Ergebnisse ihrer statistischen Zusammenfassung wiedergeben, welche an Eindeutigkeit und Bestimmtheit für die Beurteilung des Todesmechanismus trotz der Lückenhaftigkeit des Materials an sich wirklich kaum zu wünschen übrig lassen. Ich habe ihnen die Gestalt von vier Zahlentafeln gegeben (Tafel 1 bis 4), aus denen zunächst ersichtlich

[1]) Korrekturabzüge dieser Arbeit wurden der Versammlung vorgelegt.

Zahlentafel 1. Angaben über 340 tödliche Unfälle unter 1190 elektrischen Unfällen.

		davon					
		Niederspannung	Hochspannung	?	Gleichstrom	Wechselstrom	Stromart unbekannt
1. Ungenügende Angaben	99	35	48	16	0	77	22
2. Tod indirekt durch Sturz	17	11	5	1	1	12	4
„ „ „ Verbrennung	12	1	8	3	0	12	0
3. Stromdurchgang durchs Herz wahrscheinlich	82	37	40	5	1	75	6
4. Stromdurchgang durchs Herz sicher:							
nur Herz	*102*	*61*	*35*	6	*5*	*85*	12
Herz und Kopf	*20*	*4*	*14*	2	*1*	*16*	3
5. Stromdurchgang durchs Herz unwahrscheinlich (?)	8	1	2	5	0	5	3
zusammen	340	150	152	38	8	*282*	50

ist, daß in der weitaus überwiegenden Zahl der Fälle, für die überhaupt brauchbare Angaben vorliegen (241), der Strom entweder wahrscheinlich (82 Fälle) oder sicher (122 Fälle) durch das Herz gegangen ist, und zwar von letzteren überwiegend (102 Fälle) nur durch das Herz, nur in 20 Fällen auch durch den Kopf. Für nur 8 Fälle scheinen die Angaben nachzuweisen, daß der Strom nicht durch das Herz gegangen sei; aber genaueres Zusehen macht das auch hier sehr unsicher. Die sämtlichen Todesfälle, bei denen sich wenigstens hierüber

Zahlentafel 2.

Von 340 tödlichen Unfällen kommen 66 auf Spannungen von 220 V abwärts, u. zw.:

	Gleichstrom	Wechselstrom
Ungenügende Angaben	1	9
Tod indirekt { Sturz	0	3
Tod indirekt { Verbrennung	0	0
Stromdurchgang durchs Herz wahrscheinlich	0	14
Stromdurchgang sicher durchs Herz allein	*4*	*32*
Stromdurchgang sicher Herz und Kopf	0	*2*
Stromdurchgang durchs Herz unwahrscheinlich (?)	0	1

Angaben finden, verteilen sich zu fast gleichen Anteilen (150 und 152 Fälle) auf Niederspannung und Hochspannung, während 282 tödlichen Wechselstromberührungen nur 8 solche Gleichstromberührungen gegenüberstehen! Das Hierzugehörige wurde schon oben gewürdigt.

Zahlentafel 3. Nichttödliche Hochspannungsunfälle.

Nr.	Wechselspannung V	Art der Brandwunden
1[2])	5 000	leicht
2[1])	2 000	?
3	3 000	schwer
4[1])	?	?
5	15 000	schwer
6	15 000	leicht
7	?	sehr schwer
8	2 100	?
9[1])	15 000	?
10	15 000	?
11	10 000	sehr schwer
12	10 000	?
13[2])	?	?

Bemerkenswert ist übrigens auch, daß beim sicheren Stromdurchgang durchs Herz allein es sich um 61 Niederspannungsfälle gegenüber 35 Hochspannungsfällen, dagegen bei den sekundär tödlichen Verbrennungen um 8 Hochspannungs- und nur einen Niederspannungsunfall handelt! Von den sämtlichen 340 tödlichen Unfällen kommen nachweisbar nicht weniger als 66 auf Spannungen von 220 V abwärts; bei denen, wie aus Tafel 2 ersichtlich, in der großen Mehrzahl der Stromdurchgang durchs Herz nachweisbar ist. Die Zahlentafeln 3 und 4 lassen erkennen, daß von den nichttödlich verlaufenen Hochspannungsunfällen die Mehrzahl gerade die ganz hohen Spannungen von 10 000 und 15 000 V betrifft, während das bei den durch die Folgen der Verbrennungen tödlich verlaufenen Fällen nur einer ist. Es mögen bei den

[1]) Wurde bewußtlos und kam von selbst zu sich.
[2]) Wurde bewußtlos, Wiederbelebung von Erfolg.

Zahlentafel 4. Hochspannungsunfälle mit sekundär tödlicher Brandwunden.

Lfde. Nr.	Wechselspannung
36	?
50	5 000
66	5 000
79	5 000
102	3 000
267	?
329	5 000
337	10 000

ersteren die oben ausführlicher besprochenen Faktoren der Selbstausschaltung durch Verkohlung und der Unwirksamkeit aufs Herz sich vereinigen. Interessant im Hinblick auf die gleich zu erörternde Rettungsfrage ist noch der Umstand, daß nur bei zweien dieser (21) nicht direkt tödlichen Hochspannungsunfälle angegeben ist, daß das Bewußtsein bei künstlicher Atmung wiederkehrte, während es in drei Fällen von selbst der Fall war und in vielen zu entnehmen ist, daß überhaupt keine Betäubung erfolgt war. Noch ärmer an Beispielen wirksamer Rettungsmittel sind übrigens auch die nichttödlichen Niederspannungsunfälle, deren Hauptmasse die alltäglichen Fingerverbrennungen und Augen-Bindehautentzündungen sind, daneben auch Schreckfolgen, während über Spätfolgen, Lähmungen und Nervenkrankheiten das mir vorliegende Material naturgemäß sehr wenig aussagt. Was aber den Todesmechanismus betrifft, so ist m. E. das statistische Ergebnis meines Materials für die Richtigkeit der Angaben von Prévost und Battelli derart beweiskräftig, daß noch gemachte Einwände sehr kurz werden erledigt werden können.

(Schluß folgt.)

Die Berechnung der Arbeitsweise von Hochspannungskabeln auf Grund einer reellen Form der Lösung der Zustandsgleichungen.

Von W. Kummer, Zürich.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß die von P. H. Thomas gegebene reelle Form der Lösung der Zustandsgleichungen für die Berechnung der Arbeitsweise von Hochspannungskabeln sich derart entwickeln läßt, daß sie, ebenso übersichtlich, wie die meistens benutzte, symbolische Form der Lösung, den beliebigen Belastungszustand durch die Übereinanderlagerung des Leerlaufszustandes und des Kurzschlußzustandes ausdrücken läßt.

Digitized by Google

Die Mehrzahl der Ingenieure, die sich mit der genauen, nicht bloß mit einer näherungsweisen Berechnung der Arbeitsweise von Hochspannungskabeln mit gleichförmig verteilten Beträgen des Widerstandes, der Selbstinduktion und der Kapazität befassen, bedienen sich der sogenannten symbolischen Methode, die in mathematisch eleganter Form das Verhalten belasteter Leitungen durch Übereinanderlagerung des Leerlaufszustandes und des Kurzschlußzustandes ermitteln läßt. Wiederholt ist aber dieser, mit komplexen Exponentialfunktionen arbeitenden Methode, die A. Franke („ETZ" 1891), sowie F. Breisig („ETZ" 1899 und 1900) begründeten, und die besonders in der von G. Roessler gegebenen Darstellungsweise[1]) angewendet wird, der Vorwurf physikalischer Undurchsichtigkeit gemacht worden.

Es weist jedoch die elektrotechnische Literatur auch Versuche auf, die Lösung der Zustandsgleichungen, statt in der komplexen Form der symbolischen Methode, in reeller Form zu geben. Der bedeutendste Versuch in dieser Richtung ist bislang, soweit uns bekannt ist, durch P. H. Thomas[2]) unternommen worden; er ist den Lesern der „ETZ" aus dem auf S. 114 des Jahrgangs 1911 mitgeteilten Auszuge bekannt.

Für die praktische Verwendung bei der Behandlung bestimmter Beispiele ist aber die von Thomas angegebene Berechnungsweise auch nicht besonders angenehm. Es hat dies den Verfasser bewogen, zu untersuchen, ob es nicht möglich sei, die reelle Lösungsform von Thomas in eine Gestalt zu bringen, die ebenfalls die Übereinanderlagerung des Leerlaufszustandes und des Kurzschlußzustandes erkennen und verwerten läßt. Wie in der nachfolgenden Entwicklung gezeigt wird, ist diese Umformung tatsächlich leicht möglich und führt überdies zu äußerst einfachen Schlußformeln.

Für die mit der Entfernung x vom Kabelanfang und mit der Zeit t veränderliche Kabelspannung e_x am Orte x gilt die Differentialgleichung:

$$l\,c\,.\,\frac{d^2 e_x}{d\,t^2}+r\,c\,.\,\frac{d\,e_x}{d\,t}=\frac{d^2 e_x}{d\,x^2},$$

wenn der Widerstand für die Länge 1 mit r, die Selbstinduktion für die Länge 1 mit l und die Kapazität für die Länge 1 mit c bezeichnet werden.

Betrachtet man das generatorseitige Kabelende als Kabelanfang, mit dem Längenwert $x=0$, während das andere Ende des eine totale Länge λ aufweisenden Kabels die Verbrauchsseite mit dem Längenwert $x=\lambda$ darstellt, so ist der in der Praxis vorkommende Fall einer beliebigen Kabelbelastung dadurch gekennzeichnet, daß für $x=\lambda$ eine Leistung:

$$E_\lambda\,I_\lambda\cos\varphi_\lambda$$

vorgeschrieben ist; dabei bedeuten E_λ und I_λ die Effektivwerte der Spannung und der Stromstärke am Kabelende, φ_λ die entsprechende Phasenverschiebung der bezüglichen Momentanwerte, für die rein sinusförmiger Verlauf bei n Perioden in der Sekunde vorausgesetzt wird.

Für ein Kabelelement an der Stelle x gilt zwischen den Momentanwerten e_x und i_x der Zusammenhang:

$$i_x\,r+\frac{\delta\,e_x}{\delta\,x}=-\,l\,.\,\frac{\delta\,i_x}{\delta\,t}.$$

Die Auswertung der Zustandsgleichungen führt auf die Benutzung zweier Hilfsgrössen a und b, die folgendermaßen gebildet sind:

$$a=\pm\sqrt{\frac{1}{2}\left\{+\sqrt{(c\,r\,2\pi\,n)^2+[l\,c\,(2\pi\,n)^2]^2}-l\,c\,(2\pi\,n)^2\right\}},$$

$$b=\pm\sqrt{\frac{1}{2}\left\{+\sqrt{(c\,r\,2\pi\,n)^2+[l\,c\,(2\pi\,n)^2]^2}+l\,c\,(2\pi\,n)^2\right\}}$$

und entweder gleichzeitig positive oder gleichzeitig negative Zahlenwerte aufweisen.

Wie Thomas gezeigt hat, ergibt sich nun, wenn man mit ε die Basis des natürlichen Logarithmensystems bezeichnet, für den Momentanwert e_x der Spannung am Orte x, vom Kabelanfang an gerechnet, der Ausdruck:

$$\begin{aligned}
e_x=&\frac{\varepsilon^{a(\lambda-x)}+\varepsilon^{-a(\lambda-x)}}{2}\,.\left\{\sqrt{2}\,E_\lambda\sin(2\pi\,n\,t+\varphi_\lambda)\cos(b(\lambda-x))\right\}\\
&+\frac{\varepsilon^{a(\lambda-x)}+\varepsilon^{-a(\lambda-x)}}{2}\,.\sqrt[4]{\frac{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}{(2\pi\,n\,c)^2}}\,.\left\{\sqrt{2}\,I_\lambda\cos(2\pi\,n\,t-\beta)\sin(b(\lambda-x))\right\}\\
&+\frac{\varepsilon^{a(\lambda-x)}-\varepsilon^{-a(\lambda-x)}}{2}\,.\left\{\sqrt{2}\,E_\lambda\cos(2\pi\,n\,t+\varphi_\lambda)\sin(b(\lambda-x))\right\}\\
&+\frac{\varepsilon^{a(\lambda-x)}-\varepsilon^{-a(\lambda-x)}}{2}\,.\sqrt[4]{\frac{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}{(2\pi\,n\,c)^2}}\,.\left\{\sqrt{2}\,I_\lambda\sin(2\pi\,n\,t-\beta)\cos(b(\lambda-x))\right\}.
\end{aligned}$$

Einen entsprechenden Ausdruck erhält man für den Momentanwert i_x der Stromstärke am Orte x, nämlich:

$$\begin{aligned}
i_x=&\frac{\varepsilon^{a(\lambda-x)}+\varepsilon^{-a(\lambda-x)}}{2}\,.\sqrt[4]{\frac{(2\pi\,n\,c)^2}{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}}\,.\left\{\sqrt{2}\,E_\lambda\cos(2\pi\,n\,t+\varphi_\lambda+\beta)\sin(b(\lambda-x))\right\}\\
&+\frac{\varepsilon^{a(\lambda-x)}+\varepsilon^{-a(\lambda-x)}}{2}\,.\left\{\sqrt{2}\,I_\lambda\sin(2\pi\,n\,t)\cos(b(\lambda-x))\right\}\\
&+\frac{\varepsilon^{a(\lambda-x)}-\varepsilon^{-a(\lambda-x)}}{2}\,.\sqrt[4]{\frac{(2\pi\,n\,c)^2}{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}}\,.\left\{\sqrt{2}\,E_\lambda\sin(2\pi\,n\,t+\varphi_\lambda+\beta)\cos(b(\lambda-x))\right\}\\
&+\frac{\varepsilon^{a(\lambda-x)}-\varepsilon^{-a(\lambda-x)}}{2}\,.\left\{\sqrt{2}\,I_\lambda\cos(2\pi\,n\,t)\sin(b(\lambda-x))\right\}.
\end{aligned}$$

Der in den Ausdrücken e_x und i_x vorkommende Hülfswinkel β ist bestimmt durch:

$$\beta=\operatorname{arctg}\frac{a}{b}.$$

Durch die Einführung der Abkürzungsgleichungen:

$$e_x=\sqrt{2}\,E_x\sin(2\pi\,n\,t+\mu_x),$$

$$i_x=\sqrt{2}\,I_x\sin(2\pi\,n\,t+\nu_x),$$

in denen E_x und I_x Effektivwerte von Spannung und Stromstärke am Orte x, μ_x und ν_x dagegen die Phasendifferenzen von Spannung und Stromstärke an der Stelle x gegenüber dem Endstrome bedeuten, lassen sich die für die Darstellung nach Thomas maßgebenden folgenden Größen bilden:

$$\begin{aligned}
&E_x\sin\mu_x \quad \text{für} \quad 2\pi\,n\,t=0,\\
&E_x\cos\mu_x \quad \text{für} \quad 2\pi\,n\,t=\frac{\pi}{2},\\
&I_x\sin\nu_x \quad \text{für} \quad 2\pi\,n\,t=0,\\
&I_x\sin\nu_x \quad \text{für} \quad 2\pi\,n\,t=\frac{\pi}{2}.
\end{aligned}$$

Mit Hilfe dieser Größen kann man die Effektivwerte E_x und I_x sowie den Phasenwinkel $\varphi_x=\mu_x-\nu_x$ selbst bestimmen, was zwar von Seiten Thomas nicht geschehen ist; hingegen hat C. Breitfeld, dem man eine erweiterte Darstellung der Methode von Thomas verdankt[1]), die Größen E_x und I_x sowie φ_x explizit zum Ausdruck gebracht, ohne diese indessen weiter zu verwerten. Er bemerkt zu den betreffenden Formeln wörtlich: „Sie sind aber bei ihrer Länge wenig verlockend, besonders der Ausdruck für den Phasenwinkel."[2])

Die betreffenden Formeln lassen sich jedoch leicht verwerten, sobald statt E_x und I_x die quadratischen Ausdrücke E_x^2 und I_x^2 zugrunde gelegt werden und hierauf, wie wir zeigen werden, zweckmäßige Substitutionen zur Anwendung gelangen.

Wir finden einerseits:

$$\begin{aligned}
E_x^2=&\frac{\varepsilon^{2a(\lambda-x)}+\varepsilon^{-2a(\lambda-x)}}{4}\,.\left\{E_\lambda^2+I_\lambda^2\,.\sqrt[2]{\frac{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}{(2\pi\,n\,c)^2}}\right\}\\
&+\frac{\varepsilon^{2a(\lambda-x)}-\varepsilon^{-2a(\lambda-x)}}{4}\,.\left\{2\,E_\lambda\,I_\lambda\,.\sqrt[4]{\frac{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}{(2\pi\,n\,c)^2}}\cdot\cos(\varphi_\lambda+\beta)\right\}\\
&+\frac{2\cos(2\,b(\lambda-x))}{4}\,.\left\{E_\lambda^2-I_\lambda^2\,.\sqrt[2]{\frac{r^2(+2\pi\,n\,l)^2}{(2\pi\,n\,c)^2}}\right\}\\
&+\frac{2\sin(2\,b(\lambda-x))}{4}\,.\left\{2\,E_\lambda\,I_\lambda\,.\sqrt[4]{\frac{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}{(2\pi\,n\,c)^2}}\cdot\sin(\varphi_\lambda+\beta)\right\}
\end{aligned}$$

und anderseits:

$$\begin{aligned}
I_x^2=&\frac{\varepsilon^{2a(\lambda-x)}+\varepsilon^{-2a(\lambda-x)}}{4}\,.\left\{I_\lambda^2+E_\lambda^2\,.\sqrt[2]{\frac{(2\pi\,n\,c)^2}{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}}\right\}\\
&+\frac{\varepsilon^{2a(\lambda-x)}-\varepsilon^{-2a(\lambda-x)}}{4}\,.\left\{2\,I_\lambda\,E_\lambda\,.\sqrt[4]{\frac{(2\pi\,n\,c)^2}{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}}\cdot\cos(\varphi_\lambda+\beta)\right\}\\
&+\frac{2\cos(2\,b(\lambda-x))}{4}\,.\left\{I_\lambda^2-E_\lambda^2\,.\sqrt[2]{\frac{(2\pi\,n\,c)^2}{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}}\right\}\\
&-\frac{2\sin(2\,b(\lambda-x))}{4}\,.\left\{2\,I_\lambda\,E_\lambda\,.\sqrt[4]{\frac{(2\pi\,n\,c)^2}{r^2+(2\pi\,n\,l)^2}}\cdot\sin(\varphi_\lambda+\beta)\right\}.
\end{aligned}$$

Diese zwei Gleichungen multiplizieren wir auf beiden Seiten je mit V^2, d. h. mit dem Quadrate der Größe V, die für den Kabelleerlauf das Verhältnis der Endspannung E_λ

[1]) Vgl. G. Roessler, „Die Fernleitung von Wechselströmen", Verlag von Julius Springer, Berlin 1905, sowie „ETZ" 1905, S. 734.

[2]) „Proc. Am. Inst. El. Eng.", Bd. 28, 1909, S. 509/554.

[1]) Auf S. 64/181 des 1912 im Verlage von Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, erschienenen Buches: „Die Berechnung der Wechselstrom-Fernleitungen".

[2]) Auf S. 73 des genannten Buches.

Digitized by Google

zur Anfangsspannung E_0 und für den Kabelkurzschluß das Verhältnis des Endstromes I_λ zum Anfangsstrome I_0 gleichzeitig darstellt. Aus den Hilfsgrößen a und b, im Zusammenhang mit der Kabellänge λ, ist V gebildet durch den Ausdruck:

$$V = \frac{2}{\sqrt{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}}.$$

Außerdem betrachten wir in der Folge die Größen E_x und I_x nur noch für den Ort $x = o$ des Kabelanfangs, womit dem praktisch wichtigen Falle Genüge geleistet ist. Wir finden demgemäß:

$$E_0^2 V^2 = I_\lambda^2 \cdot \sqrt[2]{\frac{r^2 + (2\pi n l)^2}{(2\pi n c)^2}} \cdot \frac{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} - 2\cos(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}$$
$$+ E_\lambda^2 \cdot \frac{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}$$
$$+ 2 E_\lambda I_\lambda \cdot \sqrt[4]{\frac{r^2 + (2\pi n l)^2}{(2\pi n c)^2}} \cdot \frac{\varepsilon^{2a\lambda} - \varepsilon^{-2a\lambda}}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)} \cdot \cos(\varphi_\lambda + \beta)$$
$$+ 2 E_\lambda I_\lambda \cdot \sqrt[4]{\frac{r^2 + (2\pi n l)^2}{(2\pi n c)^2}} \cdot \frac{2\sin(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)} \cdot \sin(\varphi_\lambda + \beta).$$

Entsprechend ergibt sich:

$$I_0^2 V^2 = I_\lambda^2 \frac{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}$$
$$+ E_\lambda^2 \cdot \sqrt[2]{\frac{(2\pi n c)^2}{r^2 + (2\pi n l)^2}} \cdot \frac{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} - 2\cos(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}$$
$$+ 2 I_\lambda E_\lambda \cdot \sqrt[4]{\frac{(2\pi n c)^2}{r^2 + (2\pi n l)^2}} \cdot \frac{\varepsilon^{2a\lambda} - \varepsilon^{-2a\lambda}}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)} \cdot \cos(\varphi_\lambda + \beta)$$
$$- 2 I_\lambda E_\lambda \cdot \sqrt[4]{\frac{(2\pi n c)^2}{r^2 + (2\pi n l)^2}} \cdot \frac{2\sin(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)} \cdot \sin(\varphi_\lambda + \beta).$$

In den Ausdrücken für $E_0^2 V^2$ und für $I_0^2 V^2$ lassen sich die zwei letzten Zeilen links vom Gleichheitszeichen je zweckmäßig zusammenziehen, bei Einführung der Hilfsgröße

$$\zeta = \operatorname{arctg} \frac{2\sin(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} - \varepsilon^{-2a\lambda}}.$$

Dabei folgt dann einerseits:

$$\frac{(\varepsilon^{2a\lambda} - \varepsilon^{-2a\lambda})\cos(\varphi_\lambda + \beta) + 2\sin(2b\lambda)\sin(\varphi_\lambda + \beta)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}$$
$$= \cos(\varphi_\lambda + \beta - \zeta) \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} - 2\cos(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}}$$

und anderseits:

$$\frac{(\varepsilon^{2a\lambda} - \varepsilon^{-2a\lambda})\cos(\varphi_\lambda + \beta) - 2\sin(2b\lambda)\sin(\varphi_\lambda + \beta)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}$$
$$= \cos(\varphi_\lambda + \beta + \zeta) \sqrt{\frac{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} - 2\cos(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}}.$$

Die hauptsächlichste Vereinfachung ergibt sich nun, indem man einerseits das Verhältnis R^0 der Anfangsspannung E_0 zum Anfangsstrom I_0 im Leerlauf und anderseits das Verhältnis R^k der Anfangsspannung E_0 zum Anfangsstrom I_0 im Kurzschluß einführt. Die Größen R^0 und R^k lassen sich durch die Kabelkonstanten ausdrücken wie folgt:

$$R^0 = \sqrt[4]{\frac{r^2 + (2\pi n l)^2}{(2\pi n c)^2}} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} - 2\cos(2b\lambda)}},$$

$$R^k = \sqrt[4]{\frac{r^2 + (2\pi n l)^2}{(2\pi n c)^2}} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} - 2\cos(2b\lambda)}{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}}.$$

Damit folgen dann für E_0 und I_0 die Schlußformeln:

$$E_0 = \frac{1}{V} \cdot \sqrt{E_\lambda^2 + 2 E_\lambda I_\lambda R^k \cos(\varphi_\lambda + \beta - \zeta) + I_\lambda^2 R^{k2}}, \quad \ldots\ldots\ldots \text{(I}$$

$$I_0 = \frac{1}{V} \cdot \sqrt{I_\lambda^2 + 2 I_\lambda E_\lambda \frac{1}{R^0} \cos(\varphi_\lambda + \beta + \zeta) + E_\lambda^2 \frac{1}{R^{02}}}. \quad \ldots\ldots\ldots \text{(II}$$

Eine weitere allerdings nur formale Vereinfachung könnte dadurch zum Ausdruck gebracht werden, daß gesetzt wird:

$$\beta - \zeta = -\varphi_0^k$$
$$\beta + \zeta = +\varphi_0^0$$

indem tatsächlich φ_0^k und φ_0^0 die Phasenverschiebungen im Kurzschluß und im Leerlauf für den Kabelanfang $x = 0$ darstellen.

In den Formeln (I) und (II) kommt nun die Übereinanderlagerung des Leerlaufszustandes und des Kurzschlußzustandes zum Ausdruck. In Formel (I) erscheint nämlich $V E_0$ als geometrische Resultante aus E_λ und dem Kurzschluß-Spannungsabfall $I_\lambda R_0$; anderseits erscheint $V I_0$ in Formel (II) als geometrische Resultante aus I_λ und dem Leerlaufstrom $E_\lambda \frac{1}{R^0}$.

Endlich soll hier noch für den Kabelanfang $x = 0$ der besondere Wert $\varphi_x = \varphi_0$ der Phasenverschiebung angegeben werden, die in der Form:

$$\varphi_0 = \mu_0 - \nu_0 \quad \ldots\ldots \text{(III}$$

erscheint. Wir übergehen die einzelnen Ausrechnungen und lassen gleich die Schlußformeln folgen

$$\left.\begin{aligned} \mu_0 &= \operatorname{arctg} \frac{E_\lambda \sin\varphi_\lambda + I_\lambda R^k \sin(\zeta - \beta)}{E_\lambda \cos\varphi_\lambda + I_\lambda R^k \cos(\zeta - \beta)} \\ \nu_0 &= \operatorname{arctg} \frac{E_\lambda \frac{1}{R^0} \sin(\varphi_\lambda + \beta + \zeta)}{I_\lambda + E_\lambda \frac{1}{R^0} \cos\varphi_\lambda + \beta + \zeta)}. \end{aligned}\right\} \quad \text{(IV}$$

in der erwähnten Arbeit von Breitfeld ist dieser Weg eingeschlagen worden.[1])

Als Zahlenbeispiel für die Vorführung des Rechnungsganges auf Grund der hier gegebenen reellen Form der Lösung und zu deren Vergleichung mit der Methode von Thomas soll hier genau dieselbe Kabelleitung untersucht werden, die Thomas auf Grund seiner Methode untersuchte.

Es sei daher die echt amerikanische Annahme einer oberirdischen Drehstrom-Kabelleitung von der Länge:

$$\lambda = 700 \text{ Meilen} = 1126{,}5 \text{ km}$$

mit einem Kupferquerschnitt von 3×321 mm² (No. 0000), bei einer Entfernung der Leiter voneinander von 3,658 m (12 Fuß) gewählt, die an der Verbrauchstelle eine Leistung von 40 000 kW bei 25 Perioden bei einer verketteten Spannung von 150 000 V und einem Leistungsfaktor von 0,918 liefern möge. Als gegeben von der Belastung sind also zu betrachten:

$$\begin{cases} E_\lambda = 86\,600 \text{ V} \quad \text{(Phasenspannung)}, \\ I_\lambda = 167{,}7 \text{ A} \\ \cos\varphi_\lambda = 0{,}918. \end{cases}$$

Für die oberirdischen Kabelleitungen gelten die Konstanten:

$$\begin{cases} r = 0{,}0528 \ \Omega/\text{km}, \\ l = 0{,}001228 \text{ Henry/km}, \\ c = 0{,}009415 \ \mu\text{F/km}. \end{cases}$$

Man findet die abgeleiteten Werte zu:

$$a = 0{,}7243 \times 10^{-4}; \qquad b = 5{,}390 \times 10^{-4};$$

$$\sqrt[4]{\frac{(2\pi n c)^2}{r^2 + (2\pi n l)^2}} = 2{,}724 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{Z}.$$

Für den Leerlaufs- und den Kurzschlußzustand gleichzeitig gültig, ergeben sich:

$$V = \frac{2}{\sqrt{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} + 2\cos(2b\lambda)}} = 1{,}212,$$

$$U = \frac{2}{\sqrt{\varepsilon^{2a\lambda} + \varepsilon^{-2a\lambda} - 2\cos(2b\lambda)}} = 1{,}736.$$

Damit ergeben sich dann die zu den Schlußformeln benötigten Widerstandswerte:

$$R^0 = Z \cdot \frac{U}{V} = 525{,}7,$$

$$R^k = Z \cdot \frac{V}{U} = 256{,}3.$$

Für die Hilfswinkel findet man:

$$\beta = 7^0\ 39'\ 20'',$$
$$\zeta = 80^0\ 6'\ 30''$$

und erhält endlich in Übereinstimmung mit der Rechnung von Thomas und Breitfeld die gesuchten Betriebsdaten am Kabelanfang zu:

$$\begin{cases} E_0 = 98\,020 \text{ V} \quad \text{(Phasenspannung)}, \\ I_0 = 155{,}4 \text{ A} \\ \cos\varphi_0 = 0{,}9625. \end{cases}$$

Zugleich mit den Betriebsdaten der angenommenen Normalbelastung liefern uns die berechneten Größen auch die Betriebsdaten für den Leerlauf- und den Kurzschlußversuch.

Im Leerlauf ist besonders bemerkenswert die Phasenspannung am Kabelanfang, die sich zu:

$$(E_0)_{\text{Leerlauf}} = \frac{1}{V} \cdot E_\lambda = 71460 \text{ V}$$

ergibt, sowie die Stromstärke am Kabelanfang, für die sich ergibt:

$$(I_0)_{\text{Leerlauf}} = (E_0)_{\text{Leerlauf}} \cdot \frac{1}{R^0} = 135{,}9 \text{ A}.$$

[1]) Auf Seite 52 und 53 des erwähnten Buches. Der Leser möge beachten, daß Rössler, Thomas und Breitfeld die Kabelentfernung x im allgemeinen oder gelegentlich von der Konsumseite aus zählen, während wir sie stets von der Generatorseite aus zählen.

Digitized by Google

Es ist nun interessant, diese Stromstärke mit derjenigen zu vergleichen, die für die Ladung eines konzentrierten Kondensators mit:

$$C = c\,\lambda = 10{,}36\ \mu\text{F}$$

bei $E_0 = 71\,460$ V erforderlich ist; für diesen Ladestrom ergibt sich nämlich:

$$I_c = 2\,\pi\,n\,C\,E_0 = 116{,}3\ \text{A}.$$

Im Kurzschluß interessiert ebenfalls die Stromstärke am Kabelanfang, die zu:

$$(I_0)_{\text{Kurzschluß}} = \frac{1}{V}\,.\,I_\lambda = 138{,}4\ \text{A}$$

folgt. Für die zugehörige Kurzschlußspannung ergibt sich:

$$(E_0)_{\text{Kurzschluß}} = (I_0)_{\text{Kurzschluß}}\,.\,R^k = 35\,470\ \text{V (Phasenspannung)}.$$

Diese Kurzschlußspannung vergleichen wir nun mit derjenigen, die sich für dieselbe, aber kapazitätsfrei gedachte Leitungsanlage für $I_0 = 138{,}4$ A ergibt, also mit

$$E_k = I_0\,\lambda\,r\,.\,\sqrt{1+\left(\frac{2\,\pi\,n\,l}{r}\right)^2} = 30\,470\ \text{V (Phasenspannung)}\ .$$

Solche Vergleiche mit vereinfachten Leitungstypen dienen bis zu einem gewissen Grade als Kontrolle für die verwickelteren Rechnungen an der „tatsächlichen" Leitungsanlage, soweit eben die Berücksichtigung der drei Größen r, l, c die tatsächlichen Verhältnisse genügend genau zu berücksichtigen vermag. Die von verschiedenen Verfassern ebenfalls berücksichtigte „Ableitung an Erde" haben wir unberücksichtigt gelassen, da wir — im Einklang mit Thomas — die dafür allenfalls zu benutzenden Zahlenwerte als unsicherer ansehen, als deren gänzliches außerachtlassen.

Die Kraftübertragungsanlagen in der Umgegend von Barcelona.[1])

Die im Jahre 1912 von amerikanischen Geldleuten gegründete Barcelona Traction, Light dan Power Co., welche die Anlagen der Compañia Barcelonesa de Electricidad und diejenigen von 10 kleineren Gesellschaften übernommen hat, hatte es sich zur Aufgabe gestellt, die Stromversorgung der Umgegend von Barcelona in großzügiger Weise durchzuführen. Zu diesem Zweck wurde die Dampfzentrale in Barcelona in Reserve gestellt und eine Ausnutzung der Wasserkräfte des aufgestauten Noguera Pallaresa, des Segre und des Ebro vorgenommen. Die in Frage kommenden Anlagen sind in Abb. 1 verzeich-

[1]) Nach A. Huguenin, „Schweiz. Bauztg." Bd. 69, S. 151, 168, 176, 209, 226; Bd. 70, S. 221, 243, 264, 273.

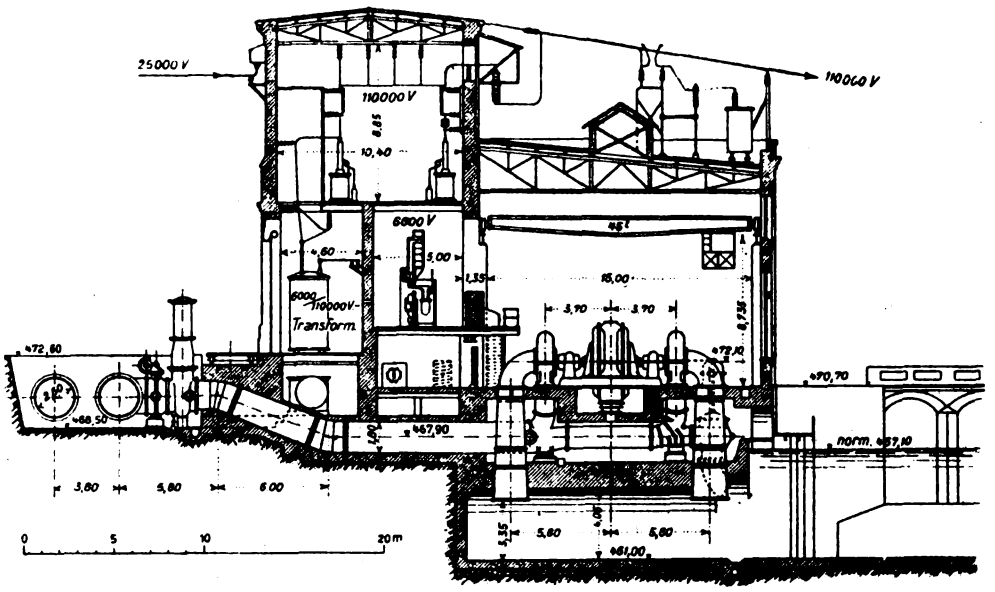


Abb. 2. Kraftwerk Tremp; Querschnitt durch Maschinen- und Transformatorenhaus.

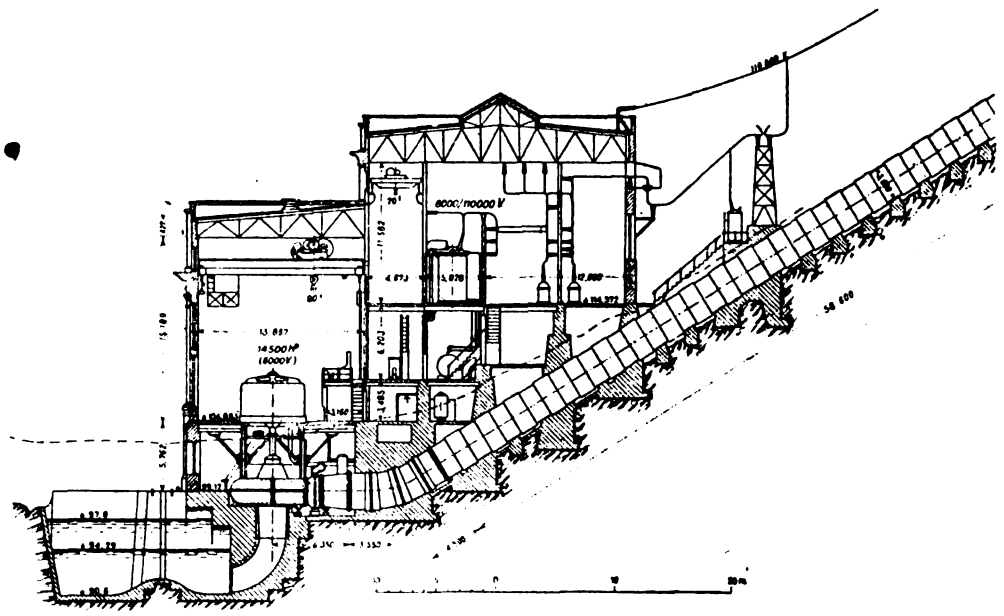


Abb. 3.

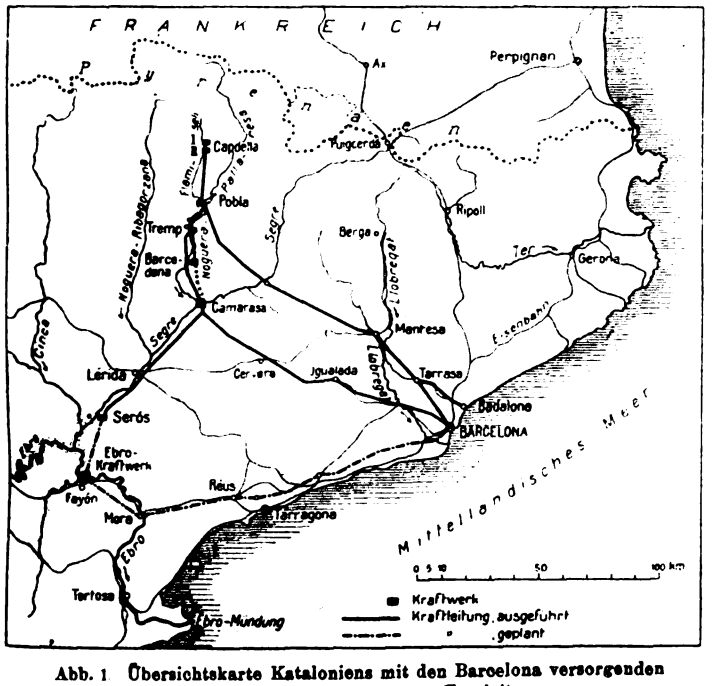


Abb. 1. Übersichtskarte Kataloniens mit den Barcelona versorgenden Kraftwerken und Hochspannungs-Fernleitungen.

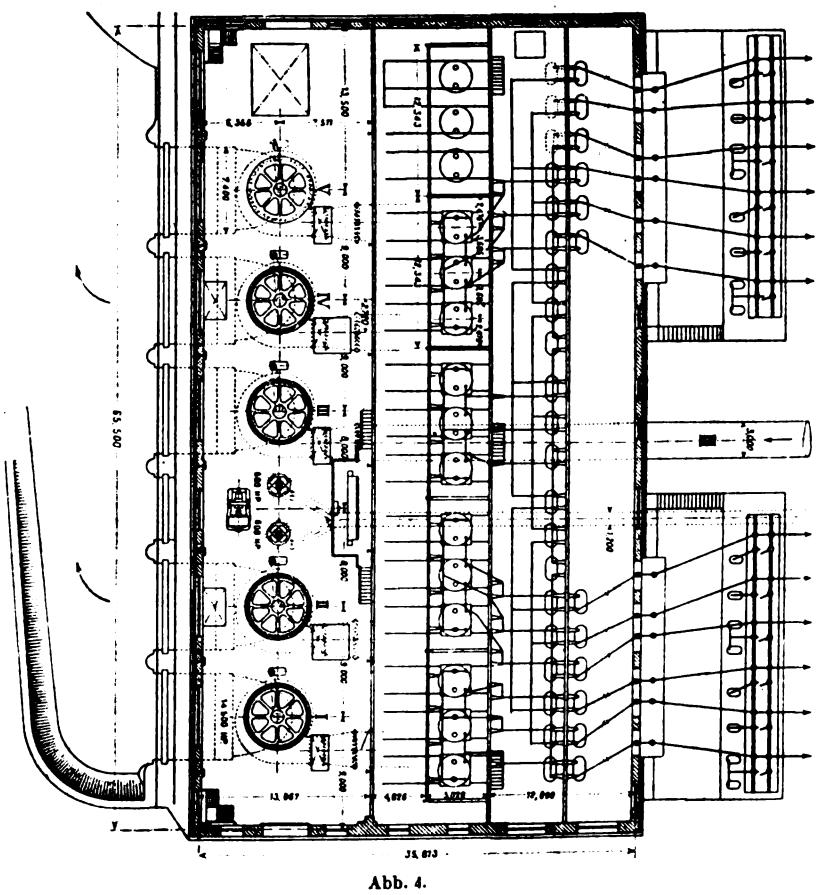


Abb. 4.

Abb. 3 und 4. Kraftwerk Seros im Schnitt und Grundriß.

Digitized by Google

net. Neben der erst erwähnten Gesellschaft bestehen noch die Energia Electrica de Cataluña, ein hauptsächlich mit französischem Kapital gegründetes Unternehmen, mit einem Kraftwerk am Flamisell bei Capdella[1]) und einer Dampfzentrale an der Küste bei Badalone sowie die Sociedad Catalana de Gaz y Electricidad mit einer Dampfzentrale in Barcelona und der Wasserkraftanlage Seira bei Run am Rio Essera. Die erstgenannte Barcelona Traction, Light and Power Co. errichtete zunächst bei Seros am Segrefluß ein Werk mit 45000 kW Maschinenleistung, das Anfang 1914 in Betrieb kam; zwei weitere, bereits fertiggestellte Werke von 37 500 bzw. 45 000 kW. verwerten die Wasserkräfte des Noguera Pallaresa bei Tremp und bei Barcedana, und ein weiteres Werk wird am Ebro bei Fayon errichtet, wobei eine Aufstauung des Flusses stattfindet. Dies Werk soll mindestens 112 500 kW 24-stündig erzeugen und erhält 225000 kW Maschinenleistung.

Das Werk bei Tremp hat eine Staumauer von 84 m Höhe, die ein Staubecken von 197,4 Mill. m³ abschließt. Die verfügbare mittlere Tageswassermenge schwankte in den Jahren 1912 bis 1915 von 11 360 bis 22 548 Tages-m³ (1 Tages-m³ = 1 m³/sek während 24 h = 86 400 m³). Das Kraftwerk (Abb. 2) enthält 4 Maschineneinheiten, liegende Zwillingsturbinen von 9375 kW bei 500 Umdr/min der Firma Escher Wyß & Co. Die Drehstromerzeuger arbeiten mit 6000 V auf Transformatoren, welche die Spannung auf 110 000 V erhöhen.

6 km unterhalb der Zentrale Tremp bei Barcedana ist eine zweite Anlage vorgesehen, welche von dem Unterwasserkanal der ersteren Anlage gespeist wird und 4 bis 5 Einheiten gleicher Größe wie bei jener erhält.

Die Wasserkraftanlage Seros am Rio Segre nutzt in ihrer ersten Stufe das Gefälle des Flusses unterhalb Lerida auf etwa 30 km aus. Das Maschinenhaus (Abb. 3 u. 4) enthält 4 vertikale einkränzige Francisturbinen von Escher Wyß & Co. für je 10 875 kW Höchstleistung; Raum für eine fünfte Turbine ist vorhanden. Die Drehstromerzeuger wurden von der General Electric Co. Schenectady, geliefert und haben 8000 kW Normalleistung bei 6000 V; zur Erregung dienen zwei Maschinensätze von je 450 kW. Um es zu ermöglichen, die Generatoren ohne Zwischenboden direkt über den Turbinen zu montieren, wird die Ringspur durch einen starken Gußkonus getragen, der sich auf dem aus Stahlguß bestehenden Zwischenring des Turbinengehäuses abstützt und, da dies durchweg unterbetoniert ist, den Hauptdruck ohne weiteres auf das Mauerwerk überträgt. Diese Bauart ergab sehr gedrängte Abmessungen. An das Maschinenhaus ist das Transformatoren- und Schalthaus direkt angebaut. Die einphasigen Transformatoren sind in Gruppen von je dreien zusammengeschaltet und können die Maschinenspannung auf 88 bis 110 kV erhöhen. Die abgehenden Hochspannungsleitungen führen nach Lerida.

Der Verlauf der Fernleitungen nach Barcelona ist aus Abb. 1 erkennbar. Eine Leitung führt von Pobla über Tremp, Barcedana, Balaguer Lerida nach Seros und verbindet sämtliche Kraftwerke. Von Camarasa führt die Hauptleitung über Cervera, Igualanda nach Sans bei Barcelona. Der Hauptstrang Tremp—Barcelona ist 160 km, die Abzweigung Camarasa—Seros ist 87 km lang. Die Übertragungsspannung ist 110 kV. Es wurden teils stehende, teils Hängeisolatoren angewendet, erstere haben 4 Elemente von je 356 mm Durchmesser, letztere haben 7 Elemente. Alle Leitungen sind doppelt ausgeführt. Bei den stehenden Isolatoren liegen die drei Drähte jeder Leitung in einem Dreieck angeordnet auf jeder Seite des Mastes, bei den Hängeisolatoren liegen sie in einem gleichschenkligen, sehr flachen Dreieck übereinander. Über die Mastspitzen ist ein Erddraht geführt. Die Hochspannungsleitungen enden in einer großen Unterstation in Sans, wo zunächst eine Transformierung auf 25 000 und 6000 V stattfindet; später wird dann eine weitere Transformierung auf 220 V oder eine Umformung in Gleichstrom von 2 × 110 V vorgenommen. *Ptz.*

[1]) Über die Anlagen der Energia Electrica de Cataluña vgl. „ETZ" 1917, S. 62 u. 78.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Elektrizitätsversorgung Hollands.

Nach dem Bericht des deutschen Generalkonsulats in Amsterdam vom 11. XII. 1917 ist der von uns früher bekanntgegebene Gesetzentwurf über die staatliche Regelung der Elektrizitätsversorgung Hollands[1]) nicht Gesetz geworden. Stattdessen haben vielmehr die einzelnen Provinzen durch ihre Landtage Elektrizitätsordnungen erlassen, und die Regierung hat sich, indem sie diese Verordnungen bestätigte, für das System der Dezentralisation entschieden, das auch die zur Begutachtung der Frage eingesetzte Kommission in einem Ende 1914 erschienenen Bericht empfohlen hatte. Einer Regelung durch ein allgemeines Staatsgesetz bedürfen daher nur noch die Enteignungsvorschriften, wonach jeder Privateigentümer verpflichtet ist, elektrische Leitungen auf seinem Grundstück zu dulden. Zu diesem Zwecke wurde am 28. I. 1915 ein neuer Gesetzentwurf vorgelegt, der noch nicht verabschiedet ist.

In diesem Zusammenhange hat kürzlich der Minister für Wasserbau eine Druckschrift veröffentlicht, die sich mit der Frage befaßt, ob die Schaffung eines großen staatlichen Elektrizitätswerkes, wie es z. B. in Sachsen geplant ist, auch für Holland empfehlenswert sei, wobei der staatliche Grubenbesitz in Süd-Limburg als Grundlage dienen könnte. Diese Frage wird vom Minister verneint. In Amsterdam kostet z. B. gegenwärtig 1 kWh 2,22 ct, während sie sich, wenn der Strom aus den Limburger Gruben bezogen würde, auf 3,63 ct stellen würde. Auch die Schaffung einer Zentralbehörde, eines staatlichen Elektrizitätsrats, hält der Minister nicht für angebracht.

—z.

[1]) Vgl. „ETZ" 1913, S. 723.

Ergebnisse der amerikanischen Elektrizitätswerke.[2])

[Electrical World, Bd. 69, S. 669.]

Der Stromabsatz der Elektrizitätswerke der Vereinigten Staaten betrug im Juni 1917 bei 61% der Maschinenleistung aller Werke 1345 Mill. kWh und im Juli bei 55% aller Werke 1135 Mill. kWh. Rechnet man diese Zahlen und die der früheren Monate auf 100% um, so ergibt sich folgende Zusammenstellung, in der

Monat	Mill. kWh		Zunahme	Mill. Doll.		Zunahme
	1916	1917	%	1916	1917	%
Januar	1880	2375	26,7	38,0	43,6	14,4
Februar	1645	1970	20,0	35,4	40,0	13,1
März	1780	2200	23,6	32,6	37,4	14,6
April	1720	2120	22,5	32,1	36,4	13,8
Mai	1880	2360	25,2	32,8	37,8	15,2
Juni	1800	2200	22,4	31,8	37,0	16,7
Juli	1690	2060	22,1	29,3	34,2	16,8
Januar—Juli .	12395	15285	23,3	232,0	266,4	14,8
Januar—Dez. .	23043	—	—	415,1	—	—

auch die Einnahmen für die gleichen Zeitabschnitte angegeben sind. Aus der Zusammenstellung erkennt man, daß die Monatsleistungen sich gegen 1916 um 20 bis 27%, die Einnahmen um 13 bis 17% gesteigert haben. Die Steigerung der Gesamtzahlen für Januar bis Juli beträgt gegen 1916 23,3 bezw. 14,8%. Bleibt die Steigerung auf gleicher Höhe stehen, so wird die Jahresleistung aller Werke i. J. 1917 etwa 30 Milliarden kWh erreichen.

[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 498.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Schwierigkeiten bei eisernen Fernleitungen.

[M. D. Leslie. El. World, Bd. 70, S. 715.]

Die Arbeit enthält nichts Neues, bestätigt vielmehr die hier schon zur Genüge bekannte Tatsache, daß die Amerikaner zu bauen pflegen, ohne vorher zu rechnen. Es handelt sich um eine Übertragung von insgesamt 65 kW über zwei Leitungen von zusammen etwa 85 km Länge mit einer Spannung von 22 000 V, und man wundert sich nun darüber, daß infolge des Ladestromes zwischen Leerlauf und Vollbelastung mit 65 kW im Kraftwerk stets eine ungefähr 130 bis 120 kVA entsprechende Stromstärke gemessen wird, so daß man gezwungen war, die aufgestellten Transformatoren von 60 kVA Gesamtleistung gegen größere auszuwechseln. Man hat beim Bau übersehen, daß die Ladeleistung von 85 km Freileitung bei 22 000 V etwa 130 kVA beträgt. Die Erscheinung hat mit der Verwendung von Eisen statt Kupfer nichts zu tun. Ein schwacher Zusammenhang besteht nur insofern, als man bei einer starken Belastung dieser langen Leitung Kupfer hätte wählen müssen, bei stärkerer Belastung wäre aber die Ladeleistung nicht so stark ins Gewicht gefallen. *R.*

Verschiedenes.

Neue Kriegszuschläge zur Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure.[1])

Der Vorstand des „Ausschusses für Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure" (AGO)[2]) richtete am 1. I. 1918 an die ihm angehörenden Vereine ein Rundschreiben, in welchem die Frage der Erhöhung der Gebührensätze während des Krieges behandelt wird. Der Wortlaut dieses Schreibens ist folgender:

„Durch Rundschreiben vom 21. Juni 1915 ist seitens des Vorstandes des AGO die Erhebung eines Teuerungszuschlages von etwa 20% zu den sonst üblichen Gebührensätzen als gerechtfertigt anerkannt worden, solange die durch die Kriegslage bedingte Kostensteigerung der Lebenshaltung und der Geschäftsführung andauert.

Es wird nun aus dem Kreise der Mitglieder des AGO eine weitere Erhöhung beantragt, entsprechend der fortschreitenden Entwertung des Geldes. Eine solche Erhöhung kann sich aber nicht gleichmäßig auf alle Gebührensätze erstrecken, da diejenigen Gebühren, die sich nach den Baukosten berechnen, durch die bedeutend gesteigerten Arbeitslöhne und Baustoffpreise, also durch eine erhebliche Steigerung der Baukosten jetzt schon von selbst eine reichliche Erhöhung erfahren haben. Anders liegt es mit den Leistungen, welche nach der Länge und Fläche (§§ 9 und 10), sowie denjenigen, welche nach Stunden berechnet werden (§ 4). Für beide erscheint eine den Verhältnissen entsprechende weitere Erhöhung der Gebühren gerechtfertigt, da sie sonst im Vergleich zu den anderen Leistungen zu niedrig bewertet werden.

Der Vorstand des AGO ist aber der Meinung, daß für die unter §§ 9 und 10 fallenden Arbeiten die Verhältnisse so verschieden liegen, daß es richtiger erscheint, hier von dem Vorschlage eines bestimmten Zuschlages abzusehen und diesen der Entscheidung im Einzelfalle zu überlassen. Für die nach Zeit zu berechnenden Gebühren hält er dagegen in Anbetracht der herrschenden Teuerung folgende Stundensätze für angemessen:

Für die erste Stunde 30—40 M,
für jede weitere Stunde 7,50 - 10 M.

Es bleibt dabei den Fachgenossen ebenfalls überlassen, innerhalb dieser Grenzen im Einzelfalle die Stundensätze festzulegen.

Wir verfehlen jedoch nicht, darauf hinzuweisen, daß diese erhöhten Stundensätze sich nicht auf die Gebühren von Zeugen und Sachverständigen vor Gericht beziehen können, weil für diese die Gebühren nach §§ 3 und 4 der G. f. Z. u. S. vom Jahre 1914 gesetzlich festgelegt sind.

Eine Änderung der Gebührenordnung durch Beschluß der an ihrer Neubearbeitung beteiligten Verbände herbeizuführen, wie das von einigen Seiten beantragt worden ist, da die Gerichte die von uns vorgeschlagenen Zuschläge zum Teil nicht anerkennen wollen, weil diese von den Einzelvereinen nicht zum Beschluß erhoben worden seien, erscheint uns nicht angängig, da es sich ja doch nur um eine Maßregel von vorübergehender Wirkung handeln kann.

Wir geben den einzelnen Vereinen und Verbänden anheim, ihre Mitglieder auf obige Vorschläge in ihnen geeignet erscheinender Form aufmerksam zu machen."

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1915, S. 517.
[2]) Vgl. „ETZ" 1914, S. 278.

Ein Deutsches Erfindungsinstitut.

Auf Grund mehrfacher Anregungen[3]) ist in Gießen eine Gesellschaft gegründet worden, die als „Deutsches Erfindungsinstitut" die Förderung deutscher, technisch-schöpferischer Arbeit durch Auslese und Förderung erfinderisch begabter Persönlichkeiten bezweckt, sowie brauchbare Erfindungen durch Geldmittel, technische und Rechtsberatung unterstützen und Erfindungen an Heer und Marine, Industrie und Gewerbe weiterleiten will.

Dieses Ziel soll durch folgende Mittel angestrebt werden:

1. Einrichtung einer Vorprüfung der Erfindungen unter dem Gesichtspunkte des technischen Fortschrittes und der wirtschaftlichen Verwertbarkeit.
2. Förderung brauchbarer Erfindungen durch Rechtsschutz, technische Durchbildung und Weiterleitung an Heer und Marine, Industrie und Gewerbe; Anregung und Bildung von Studiengesellschaften.
3. Sammlung und Sichtung von Erfindungsaufgaben und deren Förderung durch Bekanntgabe, Preisausschreiben usw.
4. Förderung begabter Erfinder durch Geldbeihilfen, z. B. für Ausbildungszwecke und Studienreisen, sowie Vermittlung eines geeigneten Wirkungskreises.
5. Mitarbeit an der Ausbildung des gewerblichen Rechtsschutzes.

[3]) S. z. B. „ETZ" 1917, S. 451.

Digitized by Google

6. Eventl. Herausgabe eines Institutsorganes mit Berichten über neue Aufgaben und Fortschritte der Technik.

Die neugegründete Gesellschaft will die Vorbereitungen zur Errichtung dieser Organisation treffen. Nähere Auskunft erteilen der Vorsitzende Prof. Dr. Sommer (Gießen) sowie die stellvertretenden Vorsitzenden Prof. Dr. Bechhold (Frankfurt a. M.-Niederrad), Prof. Dr. S. von Kapff (Berlin W., Viktoria-Luisen-Platz 8) und der Schriftführer, Zivilingenieur Jacobi-Siesmeyer (Frankfurt a. M., Battonstraße 4).

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Jahresversammlung

am Dienstag, dem 29. Januar 1918, abends 7½ Uhr,

im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure, Sommerstr. 4 a.

Vorsitzender: Herr Geheimrat Strecker.

Anwesend etwa 170 Mitglieder und 25 Gäste.

Vorsitzender: Ich eröffne ide Sitzung. Sind Einwendungen gegen den vorigen Sitzungsbericht zu machen? Wenn dies nicht der Fall ist, gilt das Protokoll als festgestellt.

Einspruch gegen die in der Dezember-Sitzung ausgelegten Anmeldungen ist nicht erhoben worden. Die Angemeldeten sind somit als Mitglieder aufgenommen.

13 Neuanmeldungen sind eingegangen, dieselben liegen hier aus.

Eingegangen sind die Vorlesungsankündigungen der Urania, ferner das Januarheft der Mitteilungen des Verbandes Deutscher Gutachterkammern; dieselben liegen hier aus.

Die vom Ausschuß für Blitzableiterbau herausgegebenen „Richtlinien über Herstellung und Auswechslung von Blitzableitern für die Dauer der Kriegsverhältnisse", über deren Fertigstellung ich in der letzten Sitzung berichtet habe, haben inzwischen unserem Ausschuß vorgelegen. Der Ausschuß hat diese Richtlinien gebilligt und empfiehlt ihre Anwendung. Es liegen auch heute wieder eine Anzahl dieser Richtlinien aus.

Wird hierzu noch das Wort verlangt? Wenn dies nicht der Fall ist, so erteile ich das Wort Herrn Generalsekretär Schüler zur Erstattung des Geschäftsberichts.

Herr Schüler: Der Elektrotechnische Verein hat auch im Kriegsjahre 1917 seine Vereinsversammlungen regelmäßig abgehalten, und die Teilnahme an den Sitzungen hat sich auf einer erfreulichen Höhe gehalten. Es haben 8 ordentliche Versammlungen stattgefunden, in denen folgende Vorträge gehalten wurden:

Herr Baurat G. Soberski: „Staatliche Maßnahmen für die einheitliche Elektrizitätsversorgung in Deutschland und in der Schweiz."

Herr Geh. Regierungsrat Prof. W. Franz: „Die Beteiligung technischer Geistesrichtung bei den Aufgaben der Lebensführung, insbesondere der Reichs-, Staats- und Selbstverwaltung".[1])

Herr Prof. Dr. P. Debye, Göttingen: „Die Struktur der Materie".

Herr Prof. S. Ruppel, Frankfurt a. M.: „Der Blitzableiter im Plan des Gebäudes".

Herr Geheimrat Prof. Dr. E. Gumlich: „Die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften, des spezifischen Widerstandes und der Dichte der Eisenlegierungen von der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung".

Herr Generalsekretär Georg Dettmar: „Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs elektrischer Arbeit".[2])

Herr Prof. Dr. A. Korn: „Mechanische Vorstellungen über die elektromagnetischen Erscheinungen".

Herr Prof. Dr.-Ing. Fritz Emde: „Vorführung von Modellen zur Erläuterung der Faraday-Maxwellschen fiktiven Spannungen".

Herr Universitätsprofessor Dr. med. Boruttau: „Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage.".[3])

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 253, 268, 288, 526, 535, 538.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 73.
[3]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 81.

Neben den regelmäßigen Vereinssitzungen sind auch der Ausschuß und die Unterausschüsse des Vereins tätig gewesen. Von den geleisteten Arbeiten seien folgende erwähnt:

Der „Unterausschuß für Untersuchungen über die Wärmebeständigkeit von Isolierstoffen" hat in zwei Sitzungen über die Fortsetzung der früheren im Materialprüfungsamt ausgeführten Versuche beraten, da diese nicht zu einem eindeutigen Ergebnis geführt haben (vgl. Bericht über die Vereinssitzung am 24. X. 1916, „ETZ" 1917, S. 56). Es wurde schließlich beschlossen, eine von der früheren abweichende Versuchsordnung zu wählen und die Versuche in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durchführen zu lassen. Eine weitere Sitzung fand am 8. Juni statt, in der Herr Schering über die inzwischen durchgeführten Versuche berichtete. Die Versuche sind z. Zt. noch im Gange.

Der „Unterausschuß für die Untersuchung von Ersatzbaustoffen" wurde infolge einer von Herrn Baurat Dr. Paul Meyer gegebenen Anregung eingesetzt. Er hat bisher zwei Sitzungen (am 26. März und 18. September) abgehalten. Es wurden über die bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Gange befindlichen Untersuchungen von Aluminium gesprochen und der Reichsanstalt Anregungen für die weitere Durchführung dieser Versuche gegeben. Ferner wurde beschlossen, eine Umfrage bei den Elektrizitätswerken über die Erfahrungen mit Aluminiumfreileitungen zu veranstalten. Diese Umfrage ist erfolgt und hat gezeigt, daß an keiner Stelle ungünstige Erfahrungen vorliegen. In besondere sind Anfressungen durch atmosphärische Einflüsse nirgends beobachtet worden.

Der „Unterausschuß für die Elektrotechnikerschule der Stadt Berlin" hat sich auf eine vom Berliner Bezirksverein Deutscher Ingenieure gegebene Anregung hin durch Zuwahl von 5 Herren aus diesem Verein erweitert. Der vergrößerte Unterausschuß hat am 22. Februar eine Sitzung abgehalten, in der über die Gestaltung der geplanten Elektrotechnikerschule der Stadt Berlin eingehend beraten wurde. Eine Fortsetzung dieser Beratungen steht für die nächste Zeit in Aussicht.

Der „Unterausschuß für den höheren Schulunterricht" ist durch Zuwahl der folgenden Herren vom Lehrfach ergänzt worden: Oberlehrer Dr. Curt Fischer, Prof. Hahn (von der Zentralstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht), Prof. R. Heyne, Prof. Dr. F. Poske und Dr. Wilhelm Volkmann. In dieser erweiterten Form hat der Unterausschuß drei Sitzungen, am 16. Januar, am 22. März und am 20. Sept. 1917 abgehalten, in denen über die zweckmäßige Gestaltung der Hilfsmittel für den Physikunterricht in den höheren Schulen, soweit er das elektrotechnische Gebiet berührt, beraten wurde. Diese Beratungen führten bisher zu dem Ergebnis, daß es zweckmäßig sei, den Verfassern der physikalischen Schulbücher als Ergänzung der vorhandenen elektrotechnischen Lehrbücher eine Sammlung guter Abbildungen aus allen Gebieten der Elektrotechnik zur Verfügung zu stellen und ihnen die betreffenden Druckstöcke möglichst kostenlos zugänglich zu machen. Diese Sammlung wird z. Zt. vom Unterausschuß bearbeitet.

Im Anschluß an den in der Februarsitzung gehaltenen Vortrag des Herrn Geheimrat Franz „Die Beteiligung technischer Geistesrichtung bei den Aufgaben der Lebensführung, insbesondere der Reichs-, Staats- und Selbstverwaltung" hat sich der Ausschuß eingehend mit den durch den Vortrag gegebenen Anregungen beschäftigt. Die Beratungen hatten zum Ergebnis, daß an den Verband Deutscher Elektrotechniker ein Schreiben gerichtet wurde, durch das folgende Anregungen gegeben wurden:

1. Daß durch den Deutschen Verband techn.-wissenschaftl. Vereine eine Eingabe an die preußische Staatsregierung und den preußischen Landtag gerichtet werden möge, dahingehend, daß das Gesetz über die Befähigung für den höheren Verwaltungsdienst von 1906 insofern erweitert wird, daß auch den Diplomingenieuren aller technischen Berufe die Aufnahme zur Ausbildung in der staatlichen Verwaltungslaufbahn frei steht. Die erforderliche juristische Ausbildung wäre hierbei entweder in der Hochschulzeit zu erlangen, oder während der Ausbildungszeit nachzuholen;
2. daß der Deutsche Verband techn.-wissenschaftl. Vereine sich auch mit der Frage der Erweiterung des Einflusses der Techniker im öffentlichen Leben beschäftigen möge; hierbei sei zu beachten, daß die Techniker selbst anzuregen wären, ihre staatsbürgerlichen Kenntnisse zu erweitern und sich im öffentlichen Leben, wie z. B. als Reichstags- und Landtagsabgeordnete, Stadtverordnete sowie in der Presse mehr wie bisher durch Wort und Schrift und durch Übernahme von Ehrenämtern zu betätigen.

Der Deutsche Verband techn.-wissenschaftl. Vereine hat diesen Anregungen inzwischen Folge geleistet und eine entsprechende Eingabe an die Regierung gerichtet. Eine Antwort hierauf ist allerdings noch nicht erfolgt.

Auf dem von jeher gepflegten Gebiet des Blitzschutzes hat sich der Verein im Berichtsjahre dadurch betätigt, daß er im Anschluß an den in der Aprilsitzung gehaltenen Vortrag des Herrn Prof. Ruppel „Der Blitzableiter im Plan des Gebäudes" einen gemischten Ausschuß für Blitzableiterbau ins Leben gerufen hat. Über die Zusammensetzung und die bisherigen Arbeiten dieses Ausschusses ist kürzlich an dieser Stelle berichtet worden.[1])

Die vom Verein Deutscher Ingenieure ins Leben gerufenen „Technischen Sonderkurse" werden vom Verein finanziell unterstützt. Außerdem wurden einige Herren in den Beirat dieser Sonderkurse entsandt.

Die vom Verein eingerichtete „Berufsberatungsstelle für kriegsbeschädigte Elektrotechniker" wurde in drei Fällen in Anspruch genommen.

Zur Erinnerung an den 100. Geburtstag Werner von Siemens hat der Verein ein Gedenkheft herausgegeben, das in etwa 1000 Exemplaren in den Kreisen der Mitglieder des E. V. und des V. D. E. Verbreitung gefunden hat. Die Herstellung des Heftes hat einen Zuschuß von rd 1000 M erfordert.

Für vaterländische und wohltätige Zwecke wurden im Berichtsjahre folgende Geldmittel aufgewendet:

Für den „Nationalen Frauendienst"	1 500 M
Für die „Hindenburggabe"	1 500 „
Für die Kriegshilfskasse des V. D. E."	1 200 „
Für das „Deutsche Kriegshilfskomitee in Wien"	1 000 „
Für das „Ledigenheim für Kriegsblinde"	1 000 „
Für den „Verein für das Deutschtum im Ausland"	400 „
Für den „Brandenburgischen Provinz-Ausschuß der Nationalstiftung für die Hinterbliebenen der im Kriege Gefallenen"	300 „
Für die „U-Boot-Spende"	300 „
Für die „Bücherzentrale für deutsche Kriegsgefangene", Bern	300 „
Für den „Fonds für vaterländische Bedürfnisse der Technischen Hochschule Charlottenburg"	300 „
Für den „Akademischen Hilfsbund"	200 „
Für den „Reichsdeutschen Blindenverband"	50 „
im ganzen also	8 050 M.

Der Verein zählte am 31. XII. 1917 2240 Mitglieder, von denen 1471 in Deutschland, 214 in Österreich und 562 im übrigen Ausland wohnen. Unter den letzteren sind auch diejenigen noch mitgezählt, mit denen der Verein seit Ausbruch des Krieges ohne Verbindung ist. Im Felde stehen, soweit bekannt, etwa 207 Mitglieder. Im Vorjahre zählte der Verein 2324 Mitglieder, von denen 1595 in Deutschland, 198 in Österreich und 531 im übrigen Ausland wohnten.

Durch den Tod verloren hat der Verein folgende Mitglieder:

Fasolt, Friedrich, Dr. phil., Syndikus des Vereins zur Wahrung gemeinsamer Wirtschaftsinteressen der Deutschen Elektrotechnik, Berlin.

Gillhausen, Gisbert, Geh. Baurat, Dr.-Ing., Mitglied des Direktoriums der Fa. Fried. Krupp, Essen.

Heine, Bruno, Dr.-Ing., Beratender Ingenieur, Berlin-Grunewald.

Heinrich, Richard O., Ingenieur, Geschäftsführer der Weston-Instrument Co. G. m. b. H., Berlin-Schöneberg.

Hoffmann, Max, Direktor der Bergmann Elektricitäts-Werke, Berlin.

Humpert, Ludwig, i. Fa. August Enders G. m. b. H., Metallwarenfabrik für Elektrotechnik, Oberrahmede i. W.

Krischer, Johann, Ingenieur, Mechernich.

Sturm, Richard, Oberingenieur, Hauptmann a. D., Brandenburg.

Zimmermann, Hugo, Oberingenieur, Berlin.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 30.

Digitized by Google

Im Krieg gefallen sind:

Schicketanz, Joh., Ingenieur.

Türk, W. H., Oberingenieur der Siemens-Schuckertwerke, Flugzeugführer und Ritter des Eisernen Kreuzes I. u. II. Kl.

Vorsitzender: M. H.! Unter den Mitgliedern, deren Tod wir zu beklagen haben, sind zwei, die in dem Leben des Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker besonders hervorgetreten sind: Herr Fasolt und Herr Heinrich, beide noch in verhältnismäßig jugendlichem Alter, die uns und der Elektrotechnik bei weitem zu früh entrissen worden sind, Herr Dr. Fasolt, der eifrige Syndikus des Vereins für die Wirtschaftsinteressen der deutschen Elektrotechnik, vor kurzem Mitglied unseres Ausschusses, Herr Heinrich, der, wie Ihnen bekannt, die Weston-Instrumente in Deutschland eingeführt hat, stets heiter und freundlich, der uns auf den Verbandstagen allgemein bekannt geworden ist.

Wir werden diesen beiden Herren, und auch den anderen Genannten ein ehrendes Andenken bewahren. Ich bitte, sich zu Ehren des Gedächtnisses der Verstorbenen von den Plätzen zu erheben. (Geschieht.)

Ich bitte Herrn Schüler, in seinem Bericht fortzufahren:

Herr **Schüler**: Ich komme nun zur Erstattung des Kassenberichtes für 1917 und des Voranschlages für 1918. Die Vereinsfinanzen haben sich auch im vergangenen Jahre, ungeachtet der Kriegsverhältnisse, günstig gestaltet. Das Vermögen des Vereins betrug am 31. XII. 1917 311 863,66 M. Hierbei sind die älteren 3½%igen Papiere zum Kurse von 75% eingesetzt, auf dem sie Ende 1916 auf Grund des damaligen Kursstandes abgeschrieben waren. Inzwischen haben sich aber die Kurse in erfreulicher Weise gehoben und sind jetzt durchweg um mehrere Prozent höher als der angegebene Wert. Das Vereinsvermögen ist also in Wirklichkeit nicht unbeträchtlich höher als angegeben.

Es könnte im Vermögensnachweis auffallen, daß dem Bankguthaben von über 54 000 M eine Bankschuld auf Kriegsanleihekonto von etwa 248 000 M gegenübersteht. Man könnte natürlich ohne weiteres den letzteren Betrag durch Überweisung einer größeren Summe aus dem laufenden Konto verringern, doch wäre dies praktisch bedeutungslos, da uns die Bank für unser Guthaben denselben Zinssatz vergütet, wie sie ihn für unsere Schuld auf Kriegsanleihekonto in Rechnung stellt. Zur Gewinn- und Verlustrechnung ist folgendes zu bemerken:

Die Einnahmen belaufen sich auf insgesamt rd 76 000 M gegen 67 000 M im Voranschlag. Die Mehreinnahmen von rd 9000 M setzen sich aus folgenden Posten zusammen: rd 2000 M Mehrertrag an Mitgliedsbeiträgen, rd 3000 M Mehrerträgnis der „ETZ" und rd 2000 M Mehrerträgnis des Kapitalvermögens. Das letztere kommt dadurch zustande, daß durch Umtausch der V. gegen die VI. Kriegsanleihe der Zinszahlungstermin sich verschoben hat.

Vermögensnachweis
am 31. Dezember 1917.

		M	Pf	M	Pf
	Bestand am 31. XII. 1916 laut Kassabuch			311 347	04
	Überschuß aus 1917			516	62
	bestehend in:				
1.	174 500 M 3½% Deutsche Reichsanleihe zu 75%	130 875	—		
2.	107 400 M 3½% Preußische Konsols zu 75%	80 550	—		
3.	80 000 M 3½% Kur- und Neumärkische Kommunal-Obligationen zu 75%	22 500	—		
4.	50 000 M 3½% Landschaftliche Zentral-Pfandbriefe zu 75%	37 500	—		
	Zusammen	271 425	—		
5.	Bankguthaben	54 870	41		
6.	Guthaben auf Postscheckkonto	1 038	52		
7.	Barbestand	367	78		
8.	Kriegsanleihekonto: 197 000 M VI. Kriegsanleihe u. 60 000 „ VII. „ zu 98% zusammen 251 860,00 Bankschuld hierauf 248 198,05	3 661	95		
		330 863	66		
	Rückstellung für 1918	19 000	—		
		311 863	66	311 863	66

Gewinn- und Verlustrechnung
zum 31. Dezember 1917.

Nr.	Ausgaben	M	Pf	Voranschlag M	Pf	Nr.	Einnahmen	M	Pf	Voranschlag M	Pf
1.	Bezug der „ETZ"	15 172	82	15 000	—	1.	Mitgliederbeiträge	87 252	20	85 000	—
2.	Beiträge zum V. D. E.	8 927	25	8 500	—	2.	Gewinn aus der „ETZ" und „Archiv"	12 664	05	9 000	—
3.	Kosten der Vereinssitzungen	572	70	500	—	3.	Erträgnisse des Kapitalvermögens	13 808	51	11 000	—
4.	Sitzungen der Unterausschüsse	426	60	500	—	4.	Einnahmen für AEF und ABB	39	08	—	—
5.	Gehälter und Pension	10 880	—	10 500	—	5.	„ „ Siemens-Gedenkhefte	489	65	—	—
6.	Bureaumiete und allgemeine Unkosten	1 758	86	1 800	—	6.	Verschiedene Einnahmen	584	46	—	—
7.	Drucksachen und Bureaumaterial	1 948	41	1 500	—	7.	Rückstellung aus 1916	12 000	—	12 000	—
8.	Porti und kleine Kasse	512	08	700	—			76 282	90		
9.	Förderung der Fachwissenschaften	2 017	20	4 000	—						
10.	„Archiv für Elektrotechnik"	647	91	1 000	—						
11.	Siemens-Ring-Stiftung	2 940	—	3 000	—						
12.	Auslagen für den AEF u. ABB	90	60	—	—						
13.	Für Wohlfahrtszwecke	8 050	—	8000	—						
14.	Für Siemens-Gedenkhefte	1 512	45	—	—						
15.	Verschiedene Ausgaben	1 359	45	2 000	—						
16.	Rückstellung für 1917	19 000	—	10 000	—						
	Saldo	516	62	—	—						
		76 282	90	67 000	—			76 282	90	67 000	—

Voranschlag für 1918.

Nr.	Ausgaben	M	Pf	M	Pf	Nr.	Einnahmen	M	Pf	M	Pf
1.	Bezug der „ETZ"	16 000	—			1.	Mitgliederbeiträge	86 000	—		
2.	Beiträge zum V. D. E.	9 000	—			2.	Gewinn aus der „ETZ"	10 000	—		
3.	Kosten der Vereinssitzungen	600	—			3.	Erträgnisse des Kapitalvermögens	13 500	—		
4.	Sitzungen der Unterausschüsse	500	—			4.	Rückstellung aus 1917	19 000	—		
5.	Gehälter und Pension	10 800	—								
6.	Bureaumiete und allgemeine Unkosten	1 800	—							78 500	—
7.	Drucksachen und Bureaumaterial	2 000	—								
8.	Porti und kleine Kasse	600	—								
9.	Förderung der Fachwissenschaften	4 000	—								
10.	„Archiv für Elektrotechnik"	700	—								
11.	Für Wohlfahrtszwecke	8 000	—								
12.	Verschiedenes und Unvorhergesehenes	2 000	—								
13.	Rückstellung für 1919	23 000	—								
				78 500	—					78 500	—

Den Einnahmen von rd 76 000 M stehen Ausgaben von insgesamt rd 56 500 M gegenüber. Da aber die Einnahmen einen Posten von 12 000 M als Rückstellung aus dem Jahre 1916 enthalten, so beträgt der tatsächliche Überschuß aus dem Jahre 1917 rd 7500 M. Der Vorstand hat beschlossen, hiervon 7000 M als weitere Rückstellung für das Jahr 1918 zu verwenden, so daß mit dem Rückstellungsposten von 12 000 M aus 1916 jetzt insgesamt 19 000 M für 1918 zurückgestellt werden. Der Grund für diese Maßnahme ist folgender:

Seit vielen Jahren waren die jeweils für das nächste Jahr vereinnahmten Mitgliedsbeiträge als Einnahmen des laufenden Jahres verbucht. Es wird für zweckmäßig gehalten, dieses Verfahren zu ändern und die für das kommende Jahr vereinnahmten Beiträge in der Abrechnung als besonderen Posten erscheinen zu lassen. Wenn diese Maßnahme aber plötzlich durchgeführt würde, so würde sich natürlich für das betreffende Jahr ein erheblicher Fehlbetrag ergeben. Es wird deshalb beabsichtigt, in den nächsten Jahren den jeweiligen Überschuß zur Erhöhung der Rückstellung zu verwenden solange, bis die Rückstellung etwa die Höhe der im voraus vereinnahmten Mitgliedsbeiträge erreicht. Aus dem Voranschlag für 1918 möchte ich erwähnen, daß wieder 4000 M für Förderung der Fachwissenschaft und 8000 M für Wohlfahrtszwecke vorgesehen sind. Es ergibt sich dann bei vorsichtiger Schätzung der Einnahmen ein Überschuß von rd 4000 M, der aus dem eben erwähnten Grunde dann wieder zur Rückstellung verwendet werden kann, so daß sich für das Jahr 1919 bereits eine Rückstellung von 23 000 M ergibt.

Vorsitzender: Wünscht jemand hierzu das Wort? Wenn dies nicht der Fall ist, so haben wir jetzt noch die Wahl der Kassenprüfer vorzunehmen. Der Vorstand schlägt die Herren F. Blanc und G. Lux hierfür vor. Es erhebt sich kein Widerspruch, ich nehme also an, daß die Versammlung mit der Wahl dieser Herren einverstanden ist.

Wir kommen jetzt zur Neuwahl des Vorstandes und Ergänzungswahl des Ausschusses. Die Vorschlagsliste befindet sich in Ihren Händen, und Sie ersehen daraus, daß der Vorstand Ihnen vorschlägt, von einer eigentlichen Neuwahl des Vorstandes abzusehen, d. h. also, sämtliche Herren wiederzuwählen. Die Versammlung ist natürlich an diesen Vorschlag nicht gebunden. Wenn Sie jedoch mit dem Vorschlag einverstanden sind, so könnte die Wahl durch Zuruf erfolgen, falls dies aus der Versammlung beantragt wird und sich kein Widerspruch erhebt.

Herr **Orlich**: Ich stelle den Antrag, den Vorschlag des Vorstandes durch Zuruf anzunehmen.

Vorsitzender: Es ist Wahl durch Zuruf beantragt. Es erhebt sich kein Widerspruch, und wir dürfen also annehmen, daß die Vorschlagsliste genehmigt ist.

Wir haben dann die Ergänzungswahl für den Ausschuß vorzunehmen. Auch darüber liegt eine Liste vor, und es wird sich nun fragen, ob auch diese Wahl durch Zuruf vorgenommen werden kann.

Herr **Orlich**: Ich beantrage Wahl durch Zuruf.

Vorsitzender: Es erhebt sich kein Widerspruch, die Liste ist also wie folgt genehmigt:

Es scheiden satzungsgemäß aus die Herren:

1. Hiesige Mitglieder:

Boas, Hans, Ingenieur.
Burstyn, W., Dr. phil.
Dettmar, Georg, Ingenieur, Generalsekretär des V. D. E.
Linke, W., Dr.-Ing.
Otto, Karl, Dr.-Ing., Direktor.
Schüler, F., Geh. Regierungsrat.
Wagner, K. W., Dr., Prof.
Ziehl, E., Ingenieur, Fabrikdirektor.

Ferner wegen Verzugs ins Ausland:
Wikander, E., Direktor.

2. Auswärtige Mitglieder:

Dina, A. R., Prof., Palermo.
Emde, Fritz, Dr.-Ing., Prof., Stuttgart.
Rössler, Gustav, Dr. phil., Prof., Danzig-Langfuhr.
Rossander, C. A., Ingenieur, Stockholm.
Schmidt, Karl, Universitätsprof., Halle a. S.

Digitized by Google

Sumec, Josef, Prof., Brünn.
Süring, Reinhard, Dr. phil., Prof., Potsdam.
Dufour, L. H. N., Oberingenieur, Utrecht.

Neugewählt werden die Herren:

1. Hiesige Mitglieder:

Alvensleben, K., Oberingenieur.
Meißner, Alexander, Dr.-Ing.
Dettmar, Georg, Ingenieur, Generalsekretär d. V. D. E. (Wiederwahl).
Michalke, Carl, Oberingenieur, Dr. phil.
Norden, Konrad, Ingenieur, Dr. phil.
Stauch, Adolf, Dr., Obering., Prokurist der S. S. W.
von Voss, Richard, Oberingenieur.
Wagner, K. W., Dr., Prof. (Wiederwahl).
Rothe, Rudolf, Dr. phil., Prof.

2. Auswärtige Mitglieder:

Du Bois, H., Dr. phil., Prof., Utrecht.
Emde, Fritz, Dr.-Ing., Prof., Stuttgart (Wiederwahl).
Linke, W., Dr.-Ing., Chemnitz.
Rosenberg, E., Dr. techn., Ing., Fabrikdirektor, Weiz.
Rössler, Gustav, Dr. phil., Prof., Danzig-Langfuhr (Wiederwahl).
Sulzberger, K., Dr. phil., Zofingen (Schweiz).
Thomälen, Adolf, Durlach.
Wikander, E., Bofors (Schweden).

Damit ist dieser Punkt der Tagesordnung erschöpft. Wird das Wort noch gewünscht? Wenn dies nicht der Fall ist, so erteile ich das Wort Herrn Dr.-Ing. R. Rüdenberg zu seinem Vortrag über „Neue Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme".

Bericht.

Der Vortragende zeigte zunächst an Hand von Diagrammen die beim Anlauf gewöhnlicher Kurzschlußmotoren auftretenden bekannten Nachteile, nämlich hoher Anlaufstrom und geringes Anzugsmoment infolge der starken Phasenverschiebung der im Rotor induzierten Ströme. Es schilderte dann die bisherigen Versuche, diese Nachteile ohne Anwendung von Schleifringen und äußeren Anlaßwiderständen zu vermeiden. Hierbei wurde insbesondere der von Boucherot angegebene Anker erwähnt, der zwei Käfigwicklungen besitzt, eine von hohem Widerstand an der Oberfläche und eine zweite von geringem Widerstand, die tiefer im Eisen eingebettet ist. Dieser Anker soll zwar verhältnismäßig gut anlaufen, doch besitzt der Motor im Betriebe wegen der großen Streuung der Rotorwicklung einen ungünstigen Leistungsfaktor. Der Vortragende warf dann die Frage auf, ob es überhaupt zweckmäßig sei, den Anlauf von Drehstrommotoren unter hoher Belastung ohne Anwendung äußerer Anlaßwiderstände zu versuchen, oder ob dieses Verfahren wegen der hierbei auftretenden starken Rotorerwärmung aussichtslos sei. Zur Beantwortung dieser Frage entwickelte er eine allgemein gültige Formel für die beim Anlassen im Rotor auftretenden Verluste und zeigte hierdurch, daß sich die Rotorerwärmung, selbst beim Anlauf unter hoher Belastung, wohl beherrschen lasse. Er zeigte sodann einen neuen Weg zur Lösung der Aufgabe, der darin besteht, daß durch geeignete Formgebung der Rotorleiter beim Anlauf eine starke Stromverdrängung in diesen hervorgerufen wird, die mit einer Erhöhung des Widerstandes der Rotorwicklung während des Anlaufs gleichbedeutend ist. Abbildungen und Versuchsergebnisse eines von den Siemens-Schuckertwerken ausgeführten Versuchsmotors dieser Art wurden vorgeführt und zeigten ein günstiges, mit der vom Vortragenden ausführlich dargestellten Berechnungsweise übereinstimmendes Ergebnis.

An den Vortrag schloß sich eine Erörterung, an der sich die Herren Fleischmann, Kloß, L. Schüler und der Vortragende selbst beteiligten. Vortrag und Erörterung werden in einem späteren Heft der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: Das Wort wird nicht weiter verlangt, dann danke ich im Namen des Vereins Herrn Dr. Rüdenberg bestens für den interessanten und wichtigen Vortrag, den er uns gehalten hat, und schließe die Sitzung.

Der Generalsekretär:
L. Schüler.

Neuanmeldungen:

Bender, Adolf, Elektrotechniker, Berlin.
Demuth, Walter, Ingenieur, Berlin-Friedenau.
Feldsmann, Walther, Dipl.-Ing., Direktor der Überlandzentrale Flatow,
Höhne, Wilhelm, Oberingenieur, Berlin.
Keiling, August, Betriebsingenieur, Charlottenburg.
Patschke, Walter, Ingenieur, Potsdam.
Reinhardt, Paul, Betriebsingenieur, Piesteritz.
Riemer, Walter, Ingenieur, Siemensstadt.
Schickhardt, Paul, Montageingenieur, Charlottenburg.
Schmiedgen, Walter, Elektroingenieur, Groß-Schweidnitz.
Szabó, Johann Josef, Ingenieur, Maschinenbetriebschef. Pilisvörösvar bei Budapest.
Virian, Erwin, Ingenieur, Spandau.
Wiedeke, Walter, Elektrotechniker, Berlin.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

J. Puluj †.

Am 1. Februar starb in Prag der frühere Professor der Elektrotechnik an der dortigen Deutschen Technischen Hochschule, Hofrat Dr. Johann Puluj, im Alter von 73 Jahren. Puluj hatte in Wien zunächst Theologie und Philosophie studiert, wandte sich später der Physik zu und wurde, nachdem er 1876 in Straßburg den Doktorgrad erworben hatte, Assistent und Privatdozent für experimentelle Physik an der Wiener Universität, wo er 6 Jahre lang über kinetische Theorie der Gase und der Wärme las. Erwähnt sei auch seine dort entstandene Arbeit über „Strahlende Elektrodenmaterie". Im Jahre 1883 trat Puluj in die Wiener Zweigniederlassung der Firma Ganz & Co. ein, betätigte sich ein Jahr später als Beratender Elektriker der Waffenfabriks A. G. und Leiter der Glühlampenfabrik in Steyr, die eine Lampe nach seinen Erfindungen herstellte. Im Jahre 1884 wurde er Professor für Physik und Elektrotechnik an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag. Von seinen zahlreichen literarischen Arbeiten ist eine ganze Anzahl in den Jahrgängen 1890 bis 1902 unserer Zeitschrift veröffentlicht. Puluj hat sich auch politisch betätigt, insbesondere als Vorkämpfer für die Sache der Ukrainer; er war von Geburt Ruthene. *Hgn.*

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Ölschalterversuche.

In unserem Aufsatz „Ölschalterversuche" („ETZ" 1916, S. 637) heißt es: „Die Tatsache, daß der Lichtbogen im unter Öl stehenden Ölschalter schneller abreißt, ist bekannt." Hierzu bemerkt Herr BRUNO BAUER in seinen „Untersuchungen an Ölschaltern" („Bulletin d. S. E. V." 1917, Heft 9/10, Sonderabdruck S. 31, Anmerkung 18): „Unseres Wissens sind solche Versuche bis heute noch nicht veröffentlicht worden. Nachdem unsere Untersuchungen hierüber gerade die gegenteilige Wirkung zeitigten, wäre es sehr interessant, zu vernehmen, auf welche Erfahrungen sich die Autoren stützen."

Wir sind in der Lage, zu dieser Frage Mitteilungen über Versuche zu machen, die Herr Professor Petersen im Jahre 1911 in der Technischen Hochschule Darmstadt ausführen ließ, deren Veröffentlichung uns freundlichst gestattet wurde.

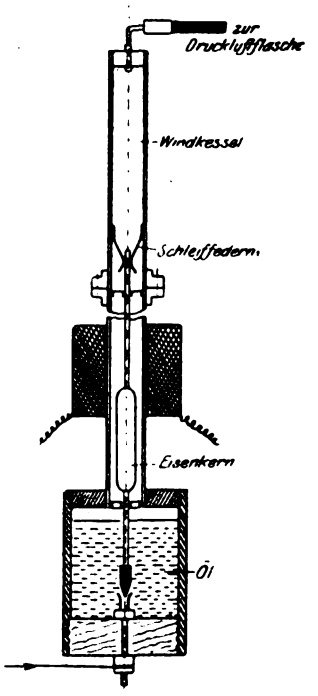


Abb. 1. Versuchsölschalter.

Es wurde ein kleiner zylindrischer Versuchsölschalter (Abb. 1) gebaut, in welchem der Druck bis auf 8 at gebracht werden konnte. Zur Verfügung stand ein Maschinensatz mit 3500 V Leerspannung und bis zu 60 A plötzlichem Kurzschlußstrom. Der Versuchsbericht besagt, „daß bereits bei 4 bis 6 at Druck der plötzliche Kurzschlußstrom von etwa 40 bis 50 A nach einer Halbperiode unterbrochen wurde, während das Abschalten ohne Druck je nach der Einschaltung der Auslösespule bis zu 6 Halbperioden dauerte, d. h. der Lichtbogen brannte solange unter Öl." Die gleichen Ergebnisse lieferten Schaltversuche mit 15 000 V Leerspannung und 12 A plötzlichem Kurzschlußstrom.

Die Spule zum Anheben des Schaltstiftes wurde entweder mit Gleichstrom gleichzeitig mit einem besonderen Schalter zum Kurzschließen der Maschine eingeschaltet, oder sie wurde unmittelbar vom Kurzschlußstrom betätigt.

Der Apparat explodierte mehrere Male bei Abschaltungen unter mäßigem Druck (1 bis 3 at), während bei höherem Druck die Ausschaltung glatt vonstatten ging.

Wir behalten uns vor, die Frage durch Versuche mit großen Leistungen in der von uns beschriebenen Versuchsanlage der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft weiter zu studieren.

Berlin, den 4. II. 1918.

Georg Stern. J. Biermanns.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Fernleitungsbau. Für Elektrotechniker, Unternehmer, Vorarbeiter und Monteure. Von L. Griesbeck. Mit 111 Abb. 156 S. in kl. 8°. Verlag von Jos. C. Huber. Diessen vor München 1917, Preis 3 M.

Dieses „aus der Praxis geschöpfte Werkchen soll für die Praxis geschrieben sein" sagt der Verfasser im Vorwort. Nach Inhalt und Umfang wird das Buch manchem, mit dem Bau von Freileitungen beschäftigten Monteur und Vorarbeiter willkommen sein.

Die Gliederung des Inhalts nach den einzelnen Stadien des Baues ist zweckmäßig durchgeführt. Insbesondere sind in dem Werkchen zahlreiche Winke enthalten, welche von umfassender Bauerfahrung zeugen und manchen Fehler vermeiden helfen werden. Speziell über die Gründung der Maste in weniger tragfähigem Boden sind wertvolle Andeutungen gemacht worden. Es haben wohl schon bei verschiedenen Großfirmen ähnliche Arbeiten bestanden, welche aber der Allgemeinheit noch vorenthalten blieben. Umsomehr ist daher diese Arbeit dem Praktiker willkommen, da sie alle wesentlichen Fragen berührt, welche mit der Ausführung zusammenhängen.

Leider haften dem Buche verschiedene Mängel an, welche wohl vor allen Dingen auf die Herausgabe unter schwierigen Verhältnissen zurückzuführen sind, und welche sich wohl mit Leichtigkeit bei einer späteren Auflage beheben lassen. So hat der Verfasser zwar seinem Vorwort gemäß die Vorschriften und Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zugrunde gelegt; in Wirklichkeit aber hat er ältere Ausgaben dieser Vorschriften benutzt, so daß sich verschiedene Unstimmigkeiten gegenüber den heute gültigen Freileitungsnormalien ergeben. So z. B. behauptet er, daß der Verband für Aluminium eine Höchstbeanspruchung von „9 kg verlangt", S. 78, während die Normalien 7 kg Höchstbelastung vorschreiben und als Kriegsmaßnahme 8 kg/mm² zulassen („ETZ" 1917, S. 338). Auch der auf S. 134 beginnende Auszug aus den Errichtungsvorschriften enthält nur Angaben aus älteren Vorschriften. Die sehr wichtigen Bestimmungen zur Vermeidung von Schutznetzen, nach denen z. B. Straßenkreuzungen zweckmäßig zu bauen sind, finden in dem Buch keine Erwähnung. Daß statt der Fangbügel an Winkelpunkten die Leitung an zwei Isolatoren mit Sicherheitsbügel abgespannt werden soll, ist ebenfalls eine wichtige Neuerung, welche, da sie schon seit dem Juli 1915 besteht, in diesem im Juli 1917 herausgegebenen Buche nicht hätte fehlen dürfen. Diese Beispiele mögen genügen.

Dem Zweck des Buches entsprechend hat der Verfasser sich jeder theoretischen Erörterung enthalten; dort, wo er einmal eine Formel bringt (S. 107), ist sie leider ganz mißglückt.

Digitized by Google

Die Formel $d = \frac{g \cdot s^2}{2 \cdot p}$ muß richtig heißen $d = \frac{g \cdot s^2}{8 \cdot p}$.

Ferner müssen die Dimensionen der Größen in Einklang gebracht werden:
Der Durchhang d in m,
das Gewicht von 1 m Leitung in kg,
die Spannweite s in m und
die dem Durchhang entsprechende Zugspannung (nicht „Gesamtbruchfestigkeit") in kg.

Wird nach Verfasser für p der spezifische Höchstzug multipliziert mit dem Querschnitt eingesetzt, so paßt die Formel nur für den Fall, daß der ungünstigste Zug bei − 20° C ohne Zusatzlast auftritt, vorausgesetzt, daß die Dimensionen der anderen Größen richtig eingesetzt werden. Da man mit einer einzigen Formel die bei einer bestimmten Temperatur und einer gegebenen Höchstbeanspruchung erforderliche Verlegungsspannung und den Verlegungsdurchhang nicht bestimmen kann, und schon aus diesem Grunde auf die Durchhangstabellen angewiesen ist, so bliebe die Formel besser ganz fort.

Mit Quecksilbersublimat behandelte Holzmaste nennt der Verfasser „cyanisierte" Maste. Es sei bemerkt, daß dies Verfahren nach seinem Erfinder Kyan benannt wird und nichts mit der chemischen Verbindung Cyan zu tun hat. Der eingangs beschriebene Erdzirkel ist in Wiesen und Gärten nicht anwendbar; die zugehörige Erläuterungszeichnung, Abb. 3, ist ziemlich unklar. Überhaupt sind bei der Verkleinerung der Zeichnungen die Zahlen manchmal sehr unleserlich ausgefallen. Die Bohlenpackung zur Befestigung von Masten muß nicht senkrecht zur Leitung, sondern parallel zur Leitung erfolgen, denn nach den Normalien müssen Tragmaste für den Winddruck auf die Leitungen berechnet sein. In den „Besonderen Abkürzungen" auf S. 143 führt der Verfasser eine neue Größe an, Kilo-Watt-Ampere = kWA, gemeint ist wohl Kilovoltampere = kVA. Bei der Beschreibung der Verbindungen zwischen Leitungen verschiedener Metalle (S. 90 bis 95) ist die Verwendung von Klemmen zwischen zwei Metallen an durch Zug beanspruchten Leitungen zu verwerfen. Es ist dem Verfasser ferner unbekannt, daß massive Aluminiumleitungen seit dem Januar 1914 nicht mehr zugelassen sind, und daß ebenfalls Kupferleitungen von 25 mm² Querschnitt nicht mehr massiv ausgeführt werden dürfen, falls sie als „normales Material" behandelt werden sollen. Auf S. 101 empfiehlt Verfasser weichen Aluminiumbindedraht, während nach den Normalien gleich hartes Material wie die Leitung selbst verwendet werden soll.

Die Abb. 17 ist wohl noch nicht in dieser Form praktisch ausgeführt worden, sonst würde sich gezeigt haben, daß der Rundeisenbügel sich nur dann durch die Traverse stecken läßt, wenn diese ganz außerordentlich lang geschlitzte Öffnungen hat. A. Vaupel.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Der Kreisel als Richtungsweiser. Seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften. Von Dr. phil. H. Usener. Mit 7 Abb. IV und 156 S. in groß 8°. Militärische Verlagsanstalt, München 1917. Preis 8 M.

Deutscher Telegrammschlüssel für die Technische Industrie. (Ingenieur-Code.) Von L. Galland, Ingenieur. 1. Ausgabe. XVI und 866 S. in Folio Verlag von M. Krayn, Berlin 1918. Preis geb. 120 M.

Deutsche Kriegsklänge 1914/17. Ausgewählt von Johann Albrecht Herzog zu Mecklenburg. 8. Heft. Feldpostausgabe. 2 Auflage. 6. bis 10. Tausend 64 S in 16°. Verlag von K. F. Koehler, Leipzig 1917. Preis 40 Pf.

Elektro-Bureaucompass. Ein Comptoirhandbuch mit Vormerkkalender 1918 Herausgeber R. Hanel, Bearbeiter des Fachteiles Otto Kudernatsch. 407 S. in groß 8°. Compassverlag, Wien. Im Buchhandel durch Moritz Perles, Wien I. Preis geb. 7,80 Kr.

Sonderabdrucke.

Fr. Emde. Elektrizitätslehre und Schulbücher. „Zeitschr. f. mathem. u. naturw. Unterr." Bd. 48. Heft 9.

P. B. Huber. Einfluß der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre auf die Leitfähigkeit des menschlichen Körpers. „Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift" 1918, Heft 2.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Vereinigte Elektrizitäts-A. G., Wien[1]). Nach dem Bericht über das am 30. VI. 1917 abgelaufene Geschäftsjahr hat die Gesellschaft ihren gesamten Besitz an Aktien der Österr. Brown Boveri Werke A. G. und auch die der ungarischen Zweigniederlassung gehörigen Aktien verkauft. Um für die gründliche Erneuerung und Ausgestaltung der Werke nach Friedensschluß gerüstet zu sein, wurde das Kapital um 2 Mill. K erhöht und gleichzeitig dem Verwaltungsrat die Ermächtigung erteilt, zu passender Zeit weitere 3 Mill. K zu begeben. Aus der Bilanz seien folgende Ziffern hervorgehoben: Dem Rohgewinn von 2,578 Mill. K (2,082 i. V.) stehen Geschäftsunkosten, Zinsen, Steuern und Gebühren von 1,188 Mill. K (1,129 i. V.) gegenüber. Nach Abzug der Abschreibungen in Höhe von 0,302 Mill. K (0,172 i. V.) und des Vortrages 1916 von 0,128 Mill. K (0,125 i. V.) verbleibt ein Reingewinn von 1,088 Mill. K (0,781 i. V.). Davon werden 0,065 Mill. K (0,050 i. V.) für den Reservefond und 0,044 Mill. K (0,028 i. V.) für den Verwaltungsrat verwendet. Die Dividende auf 13 Mill. K wurde zu 7½% festgesetzt (7% auf 10 Mill. i. V.), 0,132 Mill. K (0,128 i. V.) werden auf neue Rechnung vorgetragen. Die Bilanz schließt mit 27,140 Mill. K (25,24 i. V.) ab. Gläubigern mit 4,912 Mill. K (7,005 i. V.) stehen Schuldner mit 6,040 Mill. K (3,225 i. V.) gegenüber. Unter den Aktiven finden sich: Vereinigte Elektr. A. G. Budapest mit 4,041 Mill. K (3,691 i. V.), Elektrizitätswerke und Straßenbahnen 9,463 Mill. K (9,474 i. V.), Elektrizitätswerke und Straßenbahnen im Eigenbetrieb 7,227 Mill. K (6,865 i. V.). Sonstige Beteiligungen 0,086 Mill. K (0,085 i. V.). Kautionen stehen mit 0,048 Mill. K (0,047 i. V.) zu Buch, das Disagiokonto beträgt 0,235 Mill. K (0,238 i. V.). *Hgn.*

Außenhandel.

Großbritannien. Im Oktober 1917 stellte sich für sämtliche Waren der Wert der Einfuhr zum eigenen Gebrauch auf rd 94 Mill. £ (86 i. Vm.; 81 i. Vj.;), der der Ausfuhr eigener Erzeugnisse auf 54 Mill. £ (43 i. Vm.; 45 i. Vj.) und jener der Wiederausfuhr auf 4 Mill. £ (3 i. Vm.; 7,7 i. Vj.). Die Gesamteinfuhr in den ersten 10 Monaten 1917 betrug 871 Mill. £ (1916: 785, 1915: 711; 1914: 574; 1913: 629), die Ausfuhr eigener Erzeugnisse 415 Mill. £ (1916: 424; 1915: 315; 1914: 379; 1913: 437), die Wiederausfuhr 63 Mill. £ (1916: 85; 1915: 83; 1914: 84; 1913: 92).

Elektrotechnische Erzeugnisse kamen im Berichtsmonat für 0,224 Mill. £ (0,210 i. Vm.; 0,186 i. Vj.) ein; die Ausfuhr heimischer Herkunft belief sich auf 0,345 Mill. £ (0,289 i. Vm.; 0,499 i. Vj.), die Wiederausfuhr auf 0,014 Mill. £ (0,028 i. Vm.; 0,012 i. Vj.). An der Einfuhr sind elektrische Maschinen mit 0,113 Mill. £ (0,116 i. Vm.; 0,052 i. Vj.), sonstige elektrotechnische Waren mit 0,111 Mill. £ (0,095 i. Vm.; 0,135 i. Vj.) beteiligt. Erstere kamen im Werte von 0,129 Mill. £ (0,102 i. Vm.; 0,134 i. Vj.), letztere für 0,217 Mill. £ (0,187 i. Vm.; 0,365 i. Vj.) zur Ausfuhr. Von der Wiederausfuhr entfallen 0,001 Mill. £ (0,001 i. Vm.; 0,002 i. Vj.) auf elektrische Maschinen, 0,013 Mill. £ (0,026 i. Vm.; 0,009 i. Vj.) auf andere elektrotechnische Erzeugnisse.

Im einzelnen waren u. a. beteiligt an der Einfuhr isolierte Drähte und Kabel mit 0,002 Mill. £ (0,002 i. Vm.; 0,182 i. Vj.) — darunter solche für Schwachstrom mit 65 £ (88 i. Vm.; 77 000 i. Vj.) —, Telegraphen- und Fernsprechapparate mit 0,001 Mill. £ (0,003 i. Vm.; 0,017 i. Vj.), Lichtkohlen mit 0,003 Mill. £ (0,008 i. Vm.; 0,001 i. Vj.), Glühlampen mit 0,006 Mill. £ (160 £ i. Vm.; 17 000 £ i. Vj.), Elemente und Akkumulatoren mit 0,030 Mill. £ (0,020 i. Vm.; 0,020 i. Vj.). An der Ausfuhr nahmen u. a. teil isolierte Drähte und Kabel mit 0,076 Mill. £ (0,040 i. Vm.; 0,183 i. Vj.) — darunter solche für Schwachstrom mit 0,065 Mill. £ (0,019 i. Vm.; 0,078 i. Vj.) —, Telegraphen- und Fernsprechapparate mit 0,028 Mill. £ (0,020 i. Vm.; 0,017 i. Vj.), Glühlampen mit 0,010 Mill. £ (0,009 i. Vm.; 0,017 i. Vj.), Elemente und Akkumulatoren mit 0,010 Mill. £ (0,012 i. Vm.; 0,020 i. Vj.), Meßinstrumente mit 0,012 Mill. £ (0,007 i. Vm.; 0,019 i. Vj.). —s.

[1]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 60.

Warenerzeugung und Warenmarkt.

(Vgl. die Warenpreise am Schluß der Seite.)

Preiserhöhungen in der österreichisch-ungarischen Elektrizitätsindustrie. Die österreichischen und ungarischen Elektrizitätsfirmen haben den Teuerungszuschlag auf elektrische Maschinen, Transformatoren, Apparate, Zähler usw. von 20 auf 30% erhöht.

Firmenverzeichnis.

Elektrotechnische Fabrik Neheim, G. m. b. H., Neheim, Kr. Arnsberg. So lautet die bisherige Firma „Elektrotechnische Fabrik Dahl, G. m. b. H.", Hagen i. Westf. Geschäftsführer: W. Cöppicus.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts-Genossenschaft m. b. H., Wildpoldsried (Haftsumme: 1000 M.). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Sypniewo (Haftsumme: 30 M.; höchste Zahl der Geschäftsanteile: 100).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Elektrizitätswerk Rauschermühle A. G., Plaidt; um 2 auf 4 Mill. M.

Dänemark. Unter dem Namen Aktieselskab Akkumulatorenfabriken wurde eine dänische Gesellschaft mit einem Kapital von 1 Mill. Kr gegründet, die das Kopenhagener Geschäft der Accumulatoren-Fabrik A. G., Berlin-Hagen, übernommen hat.

Verschiedene Nachrichten.

Reichsverband der österreichischen Industrie. Die in Österreich bestehenden industriellen Verbände: der Zentralverband der Industriellen Österreichs, der Bund österreichischer Industrieller und der Industrielle Klub haben sich zu einem gemeinschaftlichen Reichsverband zusammengeschlossen, dessen Gründungsversammlung am 24. Februar stattfinden sollte. Der Verband bezweckt, der Zersplitterung innerhalb der österreichischen Industrie vorzubeugen und durch gemeinsames Vorgehen die Ziele zu fördern und entgegengesetzte Interessen auszugleichen. Die erste Aufgabe des Verbandes soll es sein, sich mit Fragen der Übergangswirtschaft zu beschäftigen. *Hgn.*

Von der Börse.

Kurse österreichischer Elektrizitätswerte[1]). In der folgenden Tafel sind die von der Wiener Börsenkammer für den 31. XII. 1917 festgesetzten Kurse einiger elektrotechnischer Firmen zusammengestellt. Ebenso sind die Kurse für 1916 und 1912 und die Dividenden für 1911, 1915, 1916 angegeben. Das Jahr 1912 wurde zum Vergleich herangezogen, weil es im Zeichen der Hochkonjunktur stand.

	Nominalwert	Kurse			Dividenden %		
	Kr	31. XII. 1912	31. XII. 1916	31. XII. 1917	1911	1915	1916
A. E. G.-Union Elektrizitäts-Ges.	400	538	595	845	28	24	32
Elektrizitäts-A. G. vorm. Kolben & Co.	400	442	720	900	26	36	38
Vereinigte Elektrizitäts-A. G.[2])	200	244	285	480	12	14	15
Budapester Allgemeine Elektrizitäts-A. G.	200	529	780	800	22	25	25
Ungarische Elektrizitäts-A. G. i. Liq.	200	445	35	—	27	—	—
Vereinigte Glühlampen- u. Elektrizitäts-A. G., Budapest[2])	200	335	540	725	21	24	30
Österreichische Siemens-Schuckertwerke	200	282	331	555	12	14	14
Telephon Fabrik A. G. vorm. J. Berliner[2])	1000 (M)	1950	4000	4850	80	250	25
Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabriks-A. G. Czeija, Nissl & Co.	400	549	675	1010	26	36	48
Felten & Guilleaume A. G.	400	1118	1350	1490	65	50	80
Kabelfabrik und Draht-Industrie-A. G.	200	386	490	705	22	24	30
Kabelfabrik A. G., Preßburg	400	762	950	1400	44	48	60

[1]) Nach „Elektrotechn. u. Maschb." 1918, Heft 3, S. 11 (Anzeiger).
[2]) Dividenden für 1914/15 bzw. 1915/16.

Abschluß des Heftes: 23. Februar 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 7. März 1918.** **Heft 10.**

Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen.

Von Dipl.-Ing. Herm. Bussmann, Essen.

Übersicht. Es wird die Notwendigkeit der besonderen Berechnung der wattlosen Arbeit in Drehstromanlagen erörtert, u. zw. bei Kraftverbrauchern im allgemeinen und für parallellarbeitende Kraftwerke mit gegenseitiger Belieferung im besonderen. An Hand des beim Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk (RWE) eingeführten Sinustarifes und der hierzu erforderlichen Meßgeräte und Schaltungen wird die Verbesserung der Phasenverschiebung und die Möglichkeit eines einwandfreien Parallelbetriebes beliebig vieler ungleich großer Kraftwerke erläutert.

Einleitung.

In Drehstromanlagen wird die vollständige Ausnutzung der vorhandenen Stromerzeuger, Transformatoren, Schalt- und Leitungsanlagen durch die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung mehr und mehr erschwert.

Einmal bewirken die schwach belasteten großen Transformatoren und Motoren und die steigende Zahl der kleinen Kraftanschlüsse eine immer ungünstigere Phasenverschiebung, so daß die Stromlieferungsfähigkeit der Generatoren vielfach eher erschöpft ist, als die Leistungsfähigkeit der Maschinen.

Ferner verursacht der Zusammenschluß der verschiedensten Krafterzeugungsanlagen, der im allgemeinen volkswirtschaftlichen Interesse angestrebt wird, häufig infolge falscher Erregung der Stromerzeuger derartig große Phasenverschiebungen, daß eine wirtschaftliche Ausnutzung der Anlagen und vielfach sogar ein Parallelarbeiten überhaupt unmöglich ist.

Die schwach belasteten Motoren und Transformatoren einerseits sowie die unsachgemäß erregten Stromerzeuger parallelarbeitender Werke anderseits schaffen in manchen Stromerzeugungsanlagen Phasenverschiebungen von $\cos\varphi = 0{,}5$ und weniger, so daß hier bei richtiger Betriebsgestaltung Erhöhungen der Leistungsfähigkeit von 50% und mehr zu erreichen wären.

Die Bedeutung einer geringen Phasenverschiebung liegt, abgesehen von der besseren Ausnutzungsmöglichkeit der Anlagen, auch in der Verringerung der Leitungsverluste, die dem Volksvermögen jährlich immerhin mehrere Millionen Mark erhalten könnten.

Im Nachstehenden soll nun die Phasenverschiebung bei induktiver Belastung und parallelarbeitenden Werken untersucht und gezeigt werden, in welcher Weise Verbesserungen durch Verbrauchsmessungen unter Berücksichtigung des Leistungsfaktors zu erzielen sind.

Die Phasenverschiebung bei induktiver Belastung und parallelarbeitenden Werken.

Die Phasenverschiebung bei rein induktiver Belastung, deren Ursache naturgemäß nicht beseitigt werden kann, erreicht zuweilen schon Werte, die den Betrieb außerordentlich unwirtschaftlich gestalten, so daß man bereits besondere Maschinen zur Verbesserung der Phasenverschiebung verwendet hat.

Wesentlich ungünstiger wirkt die Phasenverschiebung vielfach in parallelarbeitenden Werken. Hier kann bei unrichtiger Erregung der Stromerzeuger der Leistungsfaktor und damit auch die Stromstärke Werte annehmen, die, wie nachstehendes Beispiel zeigt, gewaltige Verluste hervorrufen und einen ordnungsgemäßen Parallelbetrieb ausschließen.

Angenommen, ein Werk I mit einer normalen Leistung von 20 000 kW und einer Netzbelastung von 15 000 kW bei $\cos\varphi = 0{,}7$ arbeitet mit einem gleich großen Werk II mit einer eigenen Belastung von 25 000 kW bei ebenfalls $\cos\varphi = 0{,}7$ parallel, so daß Werk I an Werk II 5 000 kW abgibt.

In Abb. 1 bis 4 sind die durch ein Kabel miteinander verbundenen beiden Kraftwerke I

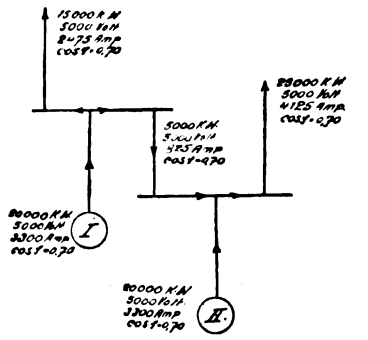


Abb. 1. Schaltbild zweier parallarbeitender Werke bei richtiger Erregung ($\cos\varphi = 0{,}7$). Werk I liefert an Werk II.

und II mit gleichbleibenden Belastungen und verschiedener Erregung schematisch dargestellt, während in Abb. 5 die entsprechenden Einphasen-Vektordiagramme, jedoch ohne Berücksichtigung der Ohmschen, induktiven und kapazitiven Widerstände der Leitungen und Maschinen für folgende vier Fälle aufgezeichnet sind.

I. Lieferung von Werk I an Werk II:
   1. bei richtiger Erregung,
   2. bei unrichtiger Erregung von Werk I ($\cos\varphi = 1$).

II. Lieferung von Werk II an Werk I:
   3. bei unrichtiger Erregung von Werk I ($\cos\varphi = 1$),
   4. bei unrichtiger Erregung von Werk I ($\cos\varphi = 0{,}7$, voreilend).

Dabei ist der von Werk I nach Werk II im Verbindungskabel fließende Strom als positiv und der von Werk II nach Werk I fließende Strom als negativ eingeführt.

Wird die Erregung im Werk I so geschwächt, daß die Maschine I mit $\cos\varphi = 1$ arbeitet (Abb. 2), so geht die Stromlieferung im

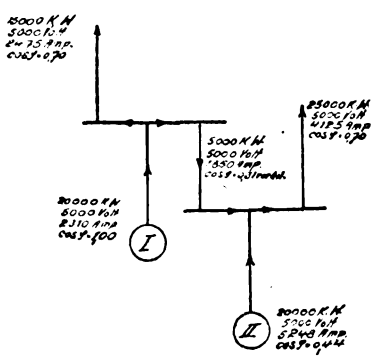


Abb. 2. Schaltbild zweier parallelarbeitender Werke bei unrichtiger Erregung von Werk I ($\cos\varphi = 1{,}0$ statt 0,7). Werk I liefert an Werk II.

Werk I von 3300 auf 2310 A zurück. Es liefert also Werk I bei 20 000 kW Belastung nicht einmal soviel Ampere wie seine eigenen Abnehmer bei 15 000 kW und $\cos\varphi = 0{,}7$, nämlich 2475 A, erfordern. Dabei gibt das Werk I aber noch 5000 kW an Werk II ab. Ähnlich ungünstig ist die Stromverteilung, wie die

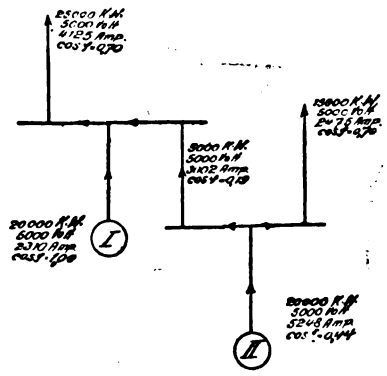


Abb. 3. Schaltbild zweier parallelarbeitender Werke bei unrichtiger Erregung von Werk I ($\cos\varphi = 1$). Werk II liefert an Werk I.

Abb. 3 bis 5 erkennen lassen, für die Fälle 3 und 4.

Im allgemeinen vermag schon eine geringe Änderung der Erregung die oben gekennzeichneten Verschiebungen der Maschinenströme hervorzurufen. Dadurch erklärt sich auch das Auslösen der Kabelschalter bei parallelarbeitenden Kraftwerken, die bei Belastungsänderungen die Erregung nicht entsprechend verändern.

Wenngleich sich die Stromverteilung in Wirklichkeit nicht so einfach wie in der in Abb. 1 bis 5 dargestellten Weise vollzieht, da,

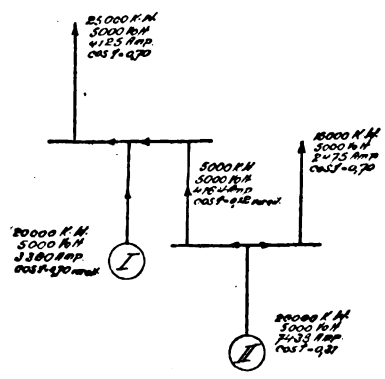


Abb. 4. Schaltbild zweier parallelarbeitender Werke bei unrichtiger Erregung von Werk I ($\cos\varphi = 0{,}7$, voreilend). Werk II liefert an Werk I.

wie oben schon gesagt, die Ohmschen, induktiven und kapazitiven Widerstände der Leitungen und Maschinen unberücksichtigt geblieben sind, so dürfte immerhin diese vereinfachte Darstellung ein für praktische Verhältnisse genügend genaues Bild über die Phasenverschiebung bei unsachgemäßem Parallelbetrieb geben und erkennen lassen, welche gewaltigen, den Betrieb gefährdenden Ausgleichströme mit falscher Erregung auftreten können.

Beim Parallelbetrieb mehrerer Werke vollzieht sich die Stromverteilung in ähnlicher Weise nach dem Kräftepolygon.

Besondere Beachtung verdient naturgemäß die Stromstärke im Verbindungskabel

Digitized by Google

zwischen den beiden Werken, da in diesem die Messung der elektrischen Arbeit erfolgt.

Allgemein wird, wie Abb. 5 zeigt, im Verbindungskabel die Phasenverschiebung kleiner bzw. voreilend,

bei Lieferung und geringerer Erregung des liefernden Werkes bzw. bei Bezug und höherer Erregung des beziehenden Werkes, während

die Phasenverschiebung nacheilend bleibt und größer wird,

bei Lieferung und höherer Erregung des liefernden Werkes bzw. bei Bezug und niedrigerer Erregung des beziehenden Werkes.

Der Leistungsfaktor ist jedoch stets zur Erzielung geringster Verluste sowohl in den Maschinen, wie auch im Verbindungskabel gleich der mittleren Phasenverschiebung des Netzes einzustellen, falls nicht andere Rücksichten, wie beispielsweise die volle Ausnutzung vorhandener Kabel, hohen Kabel-Leistungsfaktor und größere Phasenverschiebungen der Maschinen rechtfertigen.

Der Vektor des Stromes im Verbindungskabel zwischen den beiden Werken kann also,

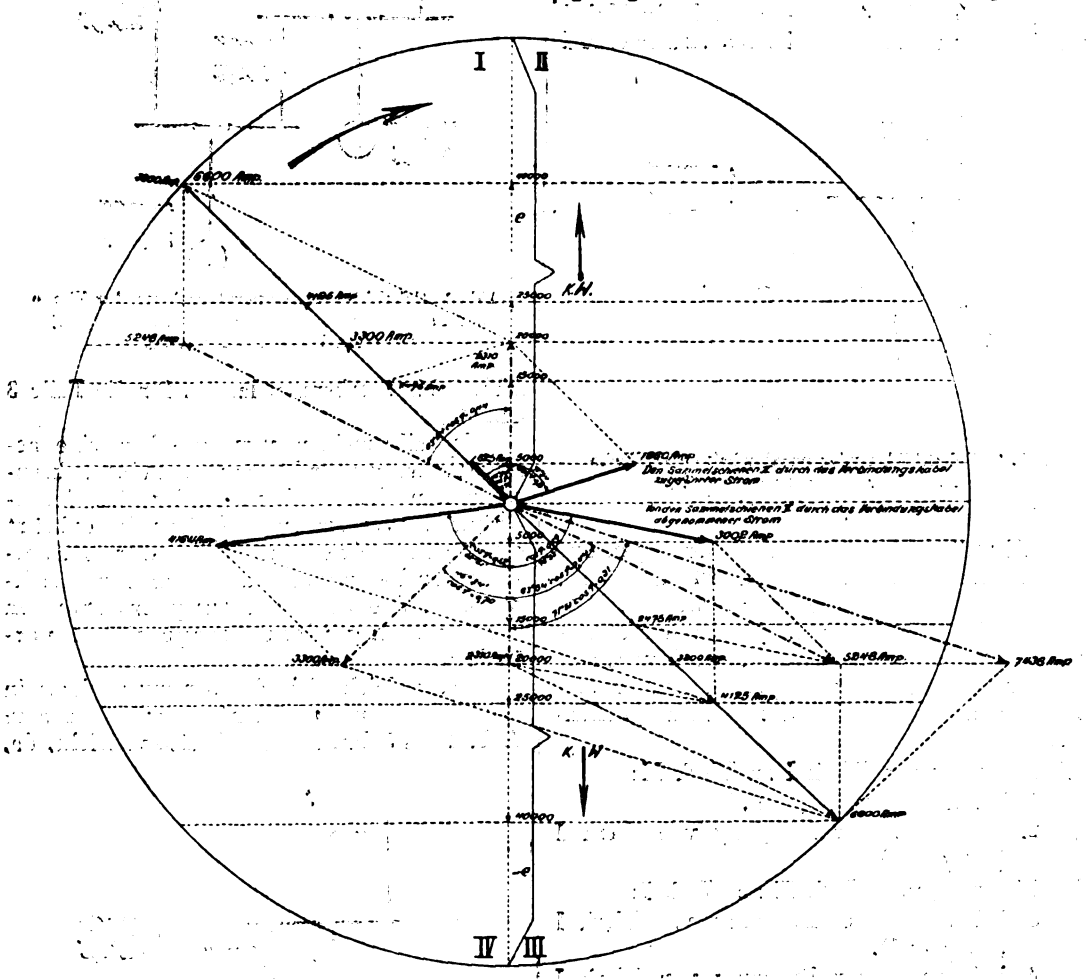


Abb. 5. Stromvektordiagramm zweier parallelarbeitender Werke bei verschiedenen Erregungen, entsprechend den Schaltbildern Abb. 1 bis 4.

wie Abb. 5 erkennen läßt, die verschiedensten Werte annehmen und sämtliche vier Quadranten des Vektordiagramms durchlaufen, was auch praktisch an einem in das Verbindungskabel eingeschalteten Phasenmesser nachgewiesen werden kann.

Es entsteht nun die Frage, in welcher Weise läßt sich eine Verbesserung der Phasenverschiebung erreichen, u. zw. bei rein induktiver Belastung einerseits und bei gegenseitiger Belieferung anderseits.

Bisherige Maßnahmen zur Verbesserung der Phasenverschiebung.

Die bei induktiver Belastung auftretende Phasenverschiebung suchte man durch übererregte Synchronmotoren und Einankerumformer sowie Phasenschieber zu verbessern, aber leider nicht mit dem gewünschten wirtschaftlichen Erfolg, da das Anwendungsgebiet der Arbeit abgebenden Synchronmotoren beschränkt ist und besondere, lediglich der Phasenverschiebung dienende Maschinen aus wirtschaftlichen Gründen selten in Frage kommen können.

Die öffentlichen Elektrizitätswerke sind deshalb dazu übergegangen, den Abnehmern, die zur Verbesserung der Phasenverschiebung beitragen, eine Vergünstigung bezüglich des Strompreises einzuräumen, während die Abnehmer, welche die Phasenverschiebung ungünstig beeinflussen, einen entsprechenden Zuschlag zum Strompreis zu zahlen haben.

Diese Maßnahme soll einerseits dem liefernden Werk einen höheren, durch die erforderlichen Mehraufwendungen auch berechtigten, Preis sichern und anderseits die Abnehmer veranlassen, durch richtig bemessene Motoren und Transformatoren sowie entsprechende Betriebsgestaltung auf eine möglichst günstige Phasenverschiebung hinzuarbeiten.

Dadurch wird außerdem der Bau von Transformatoren und Motoren mit möglichst geringem Bedarf an wattloser Arbeit gefördert.

Bis vor kurzem konnten jedoch auch hiermit größere Erfolge nicht erzielt werden, da keine geeigneten Meßgeräte vorhanden waren, mit denen in einfacher Weise die elektrische Arbeit unter Berücksichtigung der Phasenverschiebung gemessen werden konnte.

Die gleichen Schwierigkeiten bestanden für parallelarbeitende Kraftwerke. Hier konnte bisher das eine Werk durch unsachgemäße Erregung die Phasenverschiebung seines eigenen Netzes auf Kosten des anderen Werkes erheblich verbessern, ohne daß dieses einwandfrei nachgewiesen oder geldlich entsprechend bewertet werden konnte.

Um eine Verbesserung der Phasenverschiebung durch Tarifbestimmungen erzielen zu können, ist vor allem ein Meßgerät erforderlich, mit dem die mittlere Phasenverschiebung oder die wattlose Arbeit während einer beliebigen Zeit, u. zw. getrennt nach vor- und nacheilendem Strom einwandfrei bestimmt werden kann.

Bisherige Berücksichtigung der Phasenverschiebung bei Verbrauchsmessungen.

Prof. Arnò von der Technischen Hochschule in Mailand hat wohl als erster eine Meßmethode vorgeschlagen, bei welcher neben der Leistung in Kilowatt auch die scheinbare Leistung in Kilovoltampere in der Messung berücksichtigt wird[1]). Mit dem Arnòschen Meßgerät (Arnòmeter) werden statt der wirklichen Leistung $e \,.\, i \,.\, \cos\varphi$ gewisse Bruchteile der Wattleistung und der scheinbaren Leistung, beispielsweise $^2/_3\, e \,.\, i \,.\, \cos\varphi + {}^1/_3 e \,.\, i$ zur Verrechnung gebracht. Dieser Wert ist seiner Zeit von Arnò auf Grund von Betriebsergebnissen einiger größerer italienischer Elektrizitätswerke aufgestellt worden.

Die Nachteile dieser Methode liegen in der für Deutschland ungesetzlichen Ableseeinheit, in der schwierigen Herstellung, Eichung und Nachkontrolle der Geräte, ferner darin, daß ein Arnòzähler nur in bestimmten Grenzen des Leistungsfaktors und hierbei auch noch nicht einmal genau anzeigt, und daß schließlich eine Änderung des Tarifs den Umbau der Zähler erfordert.

Zu einer allgemeinen Einführung dieses Meßgerätes konnte es aus den obigen Gründen in Deutschland nicht kommen.

Der Vorschlag von Nagel[2]), mittels zweier Einphasenzähler die mittlere Phasenverschiebung zu bestimmen und hiernach die Höhe des Strompreises zu berechnen, ist nicht einwandfrei. Eine mittlere Phasenverschiebung kann nicht dadurch bestimmt werden, daß aus Zählerangaben mittlere Leistungen ermittelt und aus diesen mittleren Leistungen die mittlere Phase berechnet wird.

Aus dem Quotient der Momentanwerte von zwei Einphasenwattmetern oder -zählern kann wohl die augenblickliche Phasenverschiebung bestimmt werden, aber nicht aus den Integralwerten, wie sie der Zähler anzeigt. Das ist ebenso falsch, wie das Addieren von Brüchen durch Bildung des Quotienten aus der Summe der Zähler und Nenner. Es muß eben der Generalnenner gebildet werden, und dieses ist bei Zählern naturgemäß nicht möglich.

Erst durch entsprechende Anwendung des nach dem Strelowschen D.R.P. Nr. 247 861 vom Jahre 1910 gebauten Sinuszählers (Leerzähler), der im Gegensatz zum gewöhnlichen Leistungsmesser das Produkt $e \,.\, i \,.\, \sin\varphi \,.\, t$ anzeigt, ist es möglich, die Strompreise in einwandfreier Weise von der Güte der Phasenverschiebung in Abhängigkeit zu bringen.

(Schluß folgt.)

Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage.[3])

Von Prof. Dr. med. H. Boruttau,
Berlin-Grunewald.

(Schluß von S. 84.)

So erledigt sich der Einwand, daß das Herzkammerflimmern gar nicht spezifische Wirkung des elektrischen Stromes, sondern nur Symptom des durch ihn auf anderweitigem Wege, also vor allem Atemlähmung, bewirkten Todes sei, durch eine Menge von Tatsachen: Auch das ausgeschnittene, mit dem Körper nicht mehr zusammenhängende Herz, das beim Kaltblüter ohne weiteres überlebt, beim Warmblüter durch Speisung mit Blut oder geeigneter Salzlösung stundenlang in Tätigkeit erhalten werden kann, flimmert bei elektrischer Durchströmung. Das spricht auch dagegen, daß es beim Starkstromunfall wesentlich auf die

[1]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 585.
[2]) Vgl. „ETZ" 1914, S. 191.
[3]) Berichtigung. Auf S. 83 der „ETZ" 1918 muß es in der Unterschrift der Abbildung der Mittelspalte statt Abb. 8 Abb. 3 heißen.

Digitized by Google

peripherischen Nerven des Herzens und ihre Zentren im Kopfmark ankommt. Wir finden im Tierversuch, daß bei Durchströmung von Kopf und Hals, aber Vermeidung des Herzens selbst zwar das Herz durch starke Vagusreizung vorübergehend in Erschlaffung stillgelegt werden kann, daß es aber spätestens nach Öffnung des Stromes wieder zu schlagen beginnt und primärer Herztod auf diesem Wege nicht erzielbar ist.[1])

Endlich hat Jellinek gesagt, daß aus dem Tierexperiment überhaupt nicht bindende Schlüsse gezogen werden dürften, und daß noch niemand beim Starkstromunfall das Herzkammerflimmern selbst konstatiert habe. In ersterer Hinsicht ist zu entgegnen, daß bei so widersprechender Beurteilung der Tierversuche, und zwar der nämlichen in verschiedenen Veröffentlichungen, wie er es tut,[2]) von der ganzen auf Tierversuche gegründeten menschlichen Physiologie, Krankheitslehre und -behandlung kaum etwas übrig bleiben würde. Was das Kammerflimmern beim Menschen betrifft, so ist kein Wunder, daß man es nicht gesehen hat, da man sich nicht veranlaßt sah, unmittelbar nach dem Unfall die Brusthöhle des Verunglückten zu eröffnen; die Ärzte, die davon wissen, werden in Zukunft Gelegenheit nehmen, sobald sie gerufen werden, das Herz zu untersuchen, und werden im günstigen Falle d. h. ganz kurz nach der Stromeinwirkung, mit dem in der Herzgegend der Brust angelegten Hörrohr ein deutliches Schwirren wahrnehmen, später jede Herztätigkeit völlig vermissen, genau wie es bei tödlicher Durchströmung eines Hundes oder einer großen Katze der Fall ist, wo aber die vorgenommene Eröffnung der Brusthöhle den Augen das Schauspiel des typischen Kammerflimmerns ausnahmslos bietet, das noch viele Minuten nach Stromöffnung andauern kann und niemals von selbst normaler Herztätigkeit wieder Platz macht.[3])

Es fragt sich nun, ob letzteres durch künstliche Eingriffe zu erreichen ist, und wir sind damit bei der Besprechung der Rettungsfrage angelangt.

D'Arsonval, Kratter und Jellinek als Hauptvertreter der Hemmungslehre erhoffen alles von der Einleitung der künstlichen Atmung; wir haben gesehen, und schon Alvensleben hatte von Fällen berichtet, bei denen durch sie die Wiederbelebung gelang. Jellinek verlangt ihre stundenlange Fortsetzung, die auch bei uns jetzt durch Ministerialerlaß gewünscht wird, und wir wissen ja, daß bei Erstickten, Gasvergifteten, Ertrunkenen es bis zu deren Erfolg sehr lange dauern kann. Aber hier schlägt entweder das Herz, wenn auch ganz schwach und langsam weiter, oder es hat zu schlagen ganz aufgehört und beginnt auf künstliche Atmung sehr bald wieder damit, nur dauert es lange, bis die natürlichen Atembewegungen wieder einsetzen. Aber es hat kein Herzflimmern stattgefunden, durch welches vielmehr der Blutkreislauf aufhört und nicht wieder einsetzt, da eben das Herz nicht wieder seine rhythmische Tätigkeit aufnimmt — und dagegen hilft die künstliche Atmung allein nichts: sie hier stundenlang fortsetzen, heißt also sie fortsetzen zu einer Zeit, wo die Zentralorgane längst erstickt und unerregbar geworden sind; wie lange es bis dahin dauert, hat Jellinek in seiner schon erwähnten Wiener Arbeit von 1908 selbst untersucht und gefunden, ebenso wie die gleich zu erwähnenden Autoren, daß es glücklicherweise sich um eine nicht gar zu kurze Zeit handelt, so daß er die Mittel diskutiert, die man inzwischen gegen das (hier von ihm auch experimentell bestätigte, in Veröffentlichungen für weitere Kreise aber möglichst in den Hintergrund geschobene!) Herzflimmern anwenden könnte! Da er nun gefunden hat[1]), daß beim Kaninchen ein durch Tötnarkotisieren bezw. Erstickung stillgestelltes Herz durch direkte Elektrisierung erst zum Flimmern gebracht wird und dann wieder zu schlagen beginnt, so hat er allen Ernstes vorgeschlagen, man solle einem Verunglückten denselben Starkstrom, durch den er zu (wie er meint Schein-) Tode gekommen, wieder zuführen, u. zw. mit einer auf die Herzgegend angelegten und einer in den Darm eingeführten Elektrode! Ja, aber nur das Herz des Kaninchens und der kleinen Nager nimmt gelegentlich, nachdem es durch Niederspannungsstrom geflimmert hat, seine rhythmische Tätigkeit wieder auf, niemals dasjenige größerer Tiere und des Menschen! Wie da zu verfahren wäre, soll jetzt besprochen werden; u. zw. vor allem sei betont, daß die sofortige Einleitung künstlicher Atmung die Voraussetzung ist, wenn ein Eingriff zur Wiederbelebung des Herzens Erfolg haben soll. Wenn mir Jellinek zuschreibt, daß ich die künstliche Atmung überhaupt verwerfe, so ist das völlig unrichtig, und ich muß seine daraufbezüglichen Vorwürfe[2]) entrüstet zurückweisen, da aus meinen bisherigen Veröffentlichungen ebenso wie derjenigen Rodenwaldts[3]) deutlich genug hervorgeht, daß wir nur die stundenlange Fortsetzung der künstlichen Atmung bei Kreislaufstillstand ohne Versuch, das Herz direkt zu beeinflussen, für unnütz erklärt haben. Daß sie in diesen Fällen wirklich unnütz ist, davon gibt mein Material in trauriger, man kann sagen erschütternder Weise Kunde durch die immer wiederkehrenden Angaben, daß Wiederbelebungsversuche, auch von oft mehrstündiger Dauer, erfolglos waren. Ich habe in Zahlentafel 5

Zahlentafel 5.

Von	340	tödlich verlaufenen Fällen sind
in	115	Fällen Angaben über erfolglose Wiederbelebungsversuche gemacht,
davon	55	ohne nähere Angabe,
	42	mit Angabe über die Dauer:
	5	kurz,
	37	eine Stunde und mehr,
	8	3 bis 5¾ Stunden;
	15	mit Angabe über Apparate oder Sauerstoffanwendung,
davon	5	mit Angabe der Dauer,
	10	ohne „ „ „.

eine Zusammenstellung derselben gemacht: es sind im ganzen 115 Fälle, die den schon erwähnten beiden Hochspannungsunfällen mit erfolgreichen Rettungsversuchen gegenüberstehen, und es sind die etwaigen Einzelheiten zusammengestellt. Es liegt nun aus neuester Zeit eine Meinungsäußerung vor, daß ein praktisch durchführbares Verfahren zur Wiederbelebung des flimmernden Großtier- und Menschenherzen kaum gefunden werden dürfte — nämlich der Bericht der amerikanischen Kommission zur Wiederbelebung elektrisch Verunglückter von 1918, der dementsprechend auch nur für den Ersatz der bei uns bewährten Methoden und Apparate zur künstlichen Atmung durch die mechanische Form des Engländers Schaefer, Edinburgh[1]), und die Einblasungsmethode des Deutsch-Amerikaners Meltzer eintritt. Aber ich bin überzeugt, daß wir nicht ganz so pessimistisch zu sein brauchen. Wie schon erwähnt, haben Prévost und Battelli das durch Niederspannung flimmernde Hundeherz durch hochgespannten Wechselstrom, ja eine einzelne Kondensatorenladung wieder zu rythmischer Tätigkeit bringen können. Allerdings gelang dies ohne weiteres nur in der allerersten, kurzen Zeitspanne.[2]) Später, wenn das Flimmern schwächer geworden war oder das Herz schon ganz stillstand, mußten sie Knetung des Herzens mit der Hand zuhilfe nehmen, zu welchem Behufe entweder die Brust eröffnet und das Herz bloßgelegt, oder aber wenigstens die Bauchhöhle eröffnet und das Herz mit dem Zwerchfell zusammen erfaßt und gedrückt werden mußte. Solche Wiederbelebungsversuche, freilich mit mehr Erfolg beim durch Chloroform als beim durch Elektrisierung zum Flimmern gebrachten Hundeherzen, hat auch Prus in Lemberg gemacht. Prévost und Battelli bzw. ihrem Schüler Turrettini gelang in einigen Fällen Wiederbelebung auf Stunden und Tage. Aber die blutige Operation, die heute den ganzen Apparat der aseptischen Chirurgie verlangt, dürfte in der Praxis der Unfälle meist zu spät kommen, obwohl Prévost und Battelli bis zu einer halben Stunde nach der Stromeinwirkung noch Erfolg hatten. Daß, wenn auch nicht immer ganz solange, aber doch auf recht viele Minuten die nervösen Zentralorgane nicht endgültig erstickt zu sein brauchen, sondern sich durch gute Blut- und Sauerstoffversorgung wiederbeleben lassen, geht auch übereinstimmend hervor aus der erwähnten Arbeit Jellineks und aus den Veröffentlichungen zweier Forscher, welche die Wiederbelebung des Herzens nach Verblutung, Erstickung, Erfrieren und Chloroform neuestens studiert haben: H. Winterstein in Rostock und O. Zeller in Berlin. Ihre Vorschläge, die allerdings nicht auf das durch Flimmern „gelähmte", sondern durch Nährstoff- und Blutmangel „erlahmte" Herz sich beziehen, gehen von der Methode aus, durch die es dem verstorbenen Rostocker Physiologen Langendorff in den 90er Jahren zuerst gelungen ist, das aus lebenden oder bereits gestorbenen Warmblütern herausgeschnittene Herz wiederzubeleben und stundenlang schlagend zu erhalten (selbst mit dem Herzen gestorbener Menschen ist es gelungen); sie besteht in der Durchspülung mit Blut oder geeigneter Salzlösung, die man von der Hauptschlagader aus, oberhalb der Klappen in deren Beginn an der linken Herzkammer, in die eigenen Gefäße, die das Herz ernähren (Kranzarterien) hineintreibt. Die genannten Forscher haben die Einspritzung geeigneter Salzlösung nicht in die Venen oder unter die Haut, wie die Ärzte es bei schwerem Verfall und Herzschwäche jetzt viel üben, sondern in eine Schlagader nach dem Herzen zu als Wiederbelebungsmittel empfohlen. Ich habe hier nicht die Schwierigkeiten und Bedenken dieses Vorschlags zu erörtern. Am flimmernden Herzen, solange das Kammerflimmern dauert, also in den ersten Minuten nach dem Unfall, würde ich auf Grund eigener Tierversuche empfehlen,

[1]) Daß starke gleichzeitige Reizung beider Herznerven den Eintritt von Flimmern begünstigt, wurde anderseits schon erwähnt.

[2]) In seinem Artikel „ETZ" 1917, S. 361, sagt Jellinek, daß Alvensleben mit seiner Behauptung, die Beobachtungen am Menschen bei Hinrichtungen und Unfällen gäben demnach in jeder Beziehung ein gleiches Bild wie die Versuche an Tieren, sich in einem großen Irrtum befindet, und er wirft ihm vor, Versuche an weißen Mäusen, Pferden und Kaninchen ohne weiteres zu vergleichen. In der Zusammenfassung der Ergebnisse seiner erwähnten Wiener Arbeit von 1908 schreibt anderseits Jellinek:

„Der Tod durch Gleichstrom erfolgt beim Hunde durch eine Spannung von 110 V, ja selbst 80 V, bei ein bis wenigen Sekunden Schließungsdauer; beim Kaninchen ist in der Regel längere Einwirkung erforderlich. Die primäre Todesursache ist Stillstellung der zirkulatorischen Herzarbeit und zwar durch Eintritt von Wühlen und Wogen bzw. Flimmern an Stelle der koordinierten Periodik. Das Flimmern beschränkt sich meist auf die Herzkammern, während die Vorhöfe fortpulsieren. Im Gegensatz dazu dauert beim Hunde und Kaninchen die Atmung noch eine oder mehrere Minuten fort. Erst sekundär tritt infolge Verfallens des Herzens in Wogen und Flimmern bzw. des Aufhörens der Blutzirkulation allmähliche Erstickung des Zentralnervensystems ein usw. .... Für analoge Unfälle beim Menschen, in welchen Aufhören des Pulses bzw. Stillstand der zirkulatorischen Herzarbeit bei Überleben des Zentralnervensystems mit Fortdauer der Atmung besteht, ist die Erneuerung von Mitteln zur Bekämpfung des dabei wahrscheinlich bestehenden Wühlens bzw. Flimmerns des Herzens geboten."

Warum hat er die Versuche nicht auch auf Wechselstrom ausgedehnt, und warum nimmt er gegenüber früherer noch weitergehender Ablehnung jetzt wenigstens das Vorkommen „analoger Unfälle" — wie es seine Tierversuche sind, die die Ergebnisse von Prévost und Battelli genau bestätigen, ohne daß er das genügend hervorhebt — an? Und was wird er gegen die hier und in meiner Veröffentlichung in der „Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin" enthaltenen Ergebnisse der Bearbeitung des Unfallmaterials noch einzuwenden haben? Davon wird es wohl abhängen, ob die medizinische wie die technische Fachwelt ihm noch etwas von jener elektropathologischen Autorität wird zubilligen können, die er seinen Schriften und Vorträgen nach zu schließen zu beanspruchen scheint, oder ob die Verdienste, die ich wie oben bemerkt, ihm gern und voll zugestehe, nicht durch sein literarisches Auftreten gar zu sehr verdunkelt werden!

[3]) Diesen Vorgang hoffe ich bald kinematographisch festhalten zu lassen, als wichtiges Anschauungsmittel für Warnung und Unterricht der beteiligten Kreise!

[1]) Wiener Akademie-Sitzungsberichte, Bd. 115, 3. Abt., S. 221.

[2]) „ETZ" 1917, S. 361 ff.

[3]) „Zeitschr. f. gerichtl. Medizin", Bd. 37, 1909, S. 33.

[1]) Vgl. „ETZ" 1909, S. 65).

[2]) Siehe auch meinen Versuch Abb. 3 (S. 83).

Digitized by Google

einem anderen Vorschlage zu folgen, der an versagenden menschlichen Herzen bereits praktisch erprobt ist, und nur darum wenig Dauererfolg bis jetzt gezeitigt hat, weil es sich um an sich hoffnungslose chirurgische Fälle handelte; es ist das die Einspritzung mit einer geeigneten Nadelspritze[1]) direkt ins Herz selbst durch die Brustwand (nach Szubinski). Es kommt dabei sehr viel darauf an, daß eine Flüssigkeit gewählt wird, die so zusammengesetzt ist, daß sie das Flimmern aufhebt und das Herz zu rhythmischer Arbeit anregt. Ich möchte hier nur soviel sagen, daß einige sonst gegen Herzschwäche empfohlene Arzneimittel hier nach meinen eingehenden Versuchen geradezu vermieden werden müssen, weil sie das Flimmern eher begünstigen, und daß die Zusammensetzung der in der Flüssigkeit enthaltenen Mineralsalze von der sonst für Wiederbelebungszwecke gebräuchlichen in ganz bestimmter Richtung abweichen muß. Ich werde die den Mediziner interressierenden Einzelheiten baldigst an geeigneter Stelle veröffentlichen und dann auch darauf eingehen, inwieweit für die Vornahme einer solchen intrakardialen Injektion außer dem ja stets schleunigst herbeizurufenden Arzte Hilfsheilpersonal in Frage kommen kann. Jedenfalls wird aber oft genug soviel Zeit vergehen, daß das Kammerflimmern dem Stillstande des Herzens Platz gemacht hat und mit stockendem Kreislauf die Gefahr der endgültigen Erstickung des Zentralnervensystems immer näher gerückt ist. Hier kommt außer der Aufgabe, wenn möglich durch die Brust- und Bauchwand knetend auf das Herz einzuwirken, die Hoffnung in betracht, durch elektrische Ströme, welche an sich nicht Kammerflimmern erzeugen, doch noch eine Wiederingangsetzung zu erzielen. Von einer einzelnen sehr starken Schwankung dürfte da kaum mehr etwas zu erwarten sein; es muß sich rhythmische Wiederholung mit steilem Verlauf und sehr hoher und kurzdauernder Maximalintensität verbinden. Ich erhoffe für die Weiterführung meiner in dieser Richtung begonnenen Studien die Hilfe der Technik. Es wird m. E. schließlich gelingen, in einer gewissen Zahl von Fällen auch beim leider überwiegenden Mechanismus des Starkstromtodes Jellineks jetzt noch völlig unrichtiger Bezeichnung des „Scheintodes" mehr Berechtigung zu geben; aber es wird immer nur ein Teil der Fälle sein, während in anderen Hilfe zu spät kommen oder unmöglich sein wird wie bisher.

Da hat nun die Unfallverhütung einzusetzen, und ich glaube, mich hier in dieser Hinsicht kurz fassen zu können, da wir ja alle wissen, wieviel gerade bei uns in Deutschland da geschehen ist und weiter geschieht. Nur auf zwei Punkte möchte ich auch hier kurz eingehen; das ist einmal der Gesichtspunkt, den gerade die Erkenntnis des Herzens als gefährdeten Organs in den Vordergrund rückt, nämlich zu suchen, durch besondere Vorrichtungen dem Strome einen besserleitenden Weg zu geben, der so das Herz schützt.[2]) Ganz allgemein hinsichtlich des Körpers ist dieser Gedanke ja schon in dem Schutzanzug zur Ausführung gekommen, den vor Jahren der Russe Artemieff[3]) erfand und dessen Patent

[1]) Es wurde eine solche vorgezeigt.

[2]) Diese Möglichkeit wird durch Tierversuche beleuchtet, indem z. B. beim Hunde ein von Maul zu Hinterpfote tödlicher Strom nicht zu töten braucht, wenn er von Vorderpfote zu gleichseitiger Hinterpfote durchgeht, weil die anatomische Lage des Herzens derart ist, daß es dabei nur in geringer Dichte Stromzweige erhält (Schema Abb. 8).

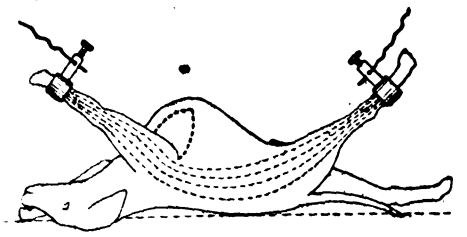


Abb. 8.

[3]) „ETZ" 1903, S. 210.

für Deutschland Siemens & Halske nahmen, dessen praktische Anwendung aber an ganz naheliegenden Schwierigkeiten gescheitert sein dürfte. Der andere Punkt betrifft rein technische Maßnahmen; die möglichste Erdung leitender Werkzeuge, mit denen an stromführende Teile herangegangen wird unter gewissen Umständen, ihre möglichste Isolierung gegen die Hände sowie die Isolierung des Körpers der arbeitenden Menschen gegen die Erde wird unter anderen Umständen zu erstreben sein. Hochisolierung aller Laufgänge usw. hat z. B. Kübler gefordert auf Grund von Selbstversuchen, in denen er fand, daß er selbst, hochisoliert, unter Hochspannung stehende Leiter ungestraft berühren konnte. Die Beurteilung der Wirkung des Lade- und Entladestroms hängt mit physiologischen Fragen, wie der nach der Kapazität des Körpers zusammen, ebenso wie das Studium von Widerstand und Grenzschichtpolarisation für die Elektropathologie von größter Bedeutung ist. Wie erkenntlich, fordert das alles ein inniges Zusammenarbeiten von Biologie bzw. Medizin und Technik. Solches Zusammenarbeiten muß auch die notwendige Ergänzung aller Unfallverhütungsvorrichtungen immer und immer wieder betreiben und betonen: das Aufklären und Ermahnen zur Vorsicht, die trotz allem außer acht zu lassen leider so sehr in der menschlichen Natur liegt. Vorläufig und an sich ist der Tod durch Elektrizität eben kein Scheintod!

Die Ausnutzung der Wasserkräfte zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen in Österreich.

Während alle anderen europäischen Staaten, die über Wasserkräfte verfügen, auf einzelnen Vollbahnlinien elektrischen Betrieb eingeführt haben, vermag Österreich nur auf elektrisch betriebene Lokalbahnen zu verweisen, wogegen bisher, trotz des großen Reichtums an Wasserkräften, keine einzige Vollbahn die Vorteile des elektrischen Betriebes ausnutzte.

Dies ist um so auffälliger, als das österreichische Eisenbahnministerium schon seit dem Jahre 1905 dem elektrischen Vollbahnbetriebe und der Verwertung der Wasserkräfte für denselben Studien zuwendet und bereits mehrfach wertvolle technische Arbeiten der Mitarbeiter des betreffenden Studienbureaus erschienen sind, nach welchen vermutet werden konnte, daß sehr gründliche technische Vorarbeiten in dieser Richtung im Gange seien.

Es scheint nun, daß die derzeitige Regierung den bisherigen vollständigen Mangel an tatsächlichen Ausführungen nicht zu vertreten geneigt ist und deshalb über die bisherigen Vorarbeiten die hier zu besprechenden Mitteilungen"[1]) erscheinen ließ.

Dieselben zeigen, daß in der Tat eine sehr umfangreiche technische und administrative Vorarbeit geleistet wurde, indem nicht weniger als 433 Gefällsstufen mit einer Jahresmittelleistung von zusammen 1,5 Mill. kW für die Wasserkraftnutzung untersucht wurden, von denen 17 durch rechtskräftige Konzessionen gesichert wurden, während weitere 7 Konzessionen angesucht, aber noch nicht rechtskräftig sind.

Die gesamte Jahresmittelleistung dieser 24 konzessionierten Wasserkräfte beträgt rd 0,135 Mill. kW. Außerdem hat die Staatsverwaltung in 16 Fällen, in welchen Wasserkraftkonzessionen an Private erteilt wurden, ein Optionsrecht ausgeübt und in 37 Fällen die Ausübung desselben vorbereitet.

So wertvoll diese Vorarbeit für den Staat einmal werden kann, so sehr muß vom volkswirtschaftlichen Standpunkt bedauert werden, daß dieser bedeutenden Bureauarbeit noch nicht eine Ausführung gegenübersteht.

Der nunmehr vorliegende I. Teil der „Mitteilungen" soll einen allgemeinen Überblick über die charakteristischen Verhältnisse der Wasserkräfte der österreichischen Alpenländer bieten und wird durch eine Zusammenstellung der untersuchten Gefällsstufen ergänzt, aus welcher die Lage und das Ausmaß ausbauwürdiger Wasserkräfte entnommen werden kann.

Das Eisenbahnministerium beabsichtigt, in einem später zu veröffentlichenden II. Teile nähere Angaben über die einzelnen Projekte zu geben und diese durch zeichnerische Darstellungen zu ergänzen.

Ein Probeblatt dieses zweiten Teiles ist dem ersten Teile beigegeben und zeigt, daß gerade diesem zweiten Teile ein großer Wert innewohnen könnte, und daß derselbe geeignet wäre, der Verwertung der Wasserkräfte wertvollen Vorschub zu leisten.

Auch bezüglich der Anbahnung des elektrischen Vollbahnbetriebes wurde jahrelang Vorarbeit geleistet, die selten günstige Gelegenheit, zu einer Ausführung zu gelangen, aber leider ungenutzt gelassen.

Bisher waren zwei Projekte der Ausführung nahe, u. zw. jenes bezüglich der Linie Steinach—Irdring—Attnang—Puchheim und jenes bezüglich der Arlbergstrecke.

Dem ersten Projekte hatte das Kriegsministerium bereits vorbehaltlos zugestimmt, die Stromlieferung aus den Gosauwerken war bereits gesichert, das Land Oberösterreich war bereit, das Baukapital zu beschaffen, so daß die Staatseisenbahnverwaltung nur die Kapitalsverzinsung und -Tilgung aus den Betriebskostenersparnissen übernehmen sollte, und es war sogar die politische Begehung des Projektes für die Streckenausrüstung durchgeführt; der letzte Schritt zur Tat unterblieb aber, da die „Verhandlungen zur Sicherstellung des Projektes auf Schwierigkeiten" stießen.

Auch die Arlberglinie erwies sich für den elektrischen Betrieb als besonders geeignet, so daß die Studien auf die ganze Strecke Innsbruck—Bludenz ausgedehnt wurden. Über das Ergebnis dieser Studien heißt es im Bericht:

„Die Schwierigkeiten des gegenwärtigen Dampfbetriebes im Arlbergtunnel, die relativ große Verkehrsleistung, die hohen Brennstoffkosten (wegen der beträchtlichen Entfernung von den Kohlenrevieren) und das Vorhandensein mehrerer durchaus geeigneter Wasserkräfte lassen die Arlbergstrecke für die Einführung des elektrischen Betriebes nicht nur vom technischen, sondern auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus prädestiniert erscheinen."

Trotzdem ist auch hier die Ausführung vor dem Kriege nicht zustande gekommen, und die derzeitigen Verhältnisse gestatten es nicht, zur Ausführung zu schreiten.

Diese zaghafte Behandlungsweise der vom volkswirtschaftlichen Standpunkte so hochwichtigen Projekte hat sich nun im Kriege als außerordentlich nachteilig erwiesen, indem trotz Wagen- und Kohlenmangel alltäglich viele Wagen Kohle zum Betriebe dieser Linien quer durch ganz Österreich zugeführt werden mußten, während das Wasser der reichlichst vorhandenen Wasserkräfte ungenutzt zu Tal floß.

Es ist zu wünschen und zu hoffen, daß diese bitteren Lehren des Krieges in Zukunft derartigen bedeutungsvollen Projekten ein besseres Schicksal sichern und die Staatseisenbahnverwaltung darüber belehren, daß alle noch so vorzüglichen Vorarbeiten wertlos sind, wenn sie nicht in die Tat umgesetzt werden.

Hochenegg.

[1]) „Mitteilungen über die Studien und vorbereitenden Maßnahmen der österreichischen Eisenbahnverwaltung zur Ausnützung der Wasserkräfte und zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen." Bearbeitet im k. k. Eisenbahnministerium. Wien 1917. K. k. Staatsdruckerei.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Antennenmessungen auf Schiffen.

[The Electrician 1917, Bd. 79, S. 388, siehe auch Bd. 79, S. 937.]

J. A. Hart stellt für Handelsschiff-Antennen, u. zw. sowohl für *T*- wie für *L*-Antennen die für den Einbau von Bordstationen maßgebenden Größen — Kapazität, Selbstinduktion und Eigenschwingung — in einer Zahlentafel zusammen. Die Angaben über die Eigenschwingungen scheinen nicht einwandfrei zu sein. Es finden sich hier z. B. für *L*-Antennen

Digitized by Google

Werte, die einem Verhältnis gesamter Drahtlänge zu Eigenschwingung von unter 1 : 5 bis über 1 : 6,5 entsprechen. Der richtige Wert muß immer etwas unter 1 : 5 liegen. Die verschiedenen Schiffsaufbauten können kaum derartige Differenzen ergeben. *M.*

Die Heaviside-Schicht.

[Jahrb. d. drahtl. Telegr., Bd. 12, S. 56.]

E. W. Marchant betrachtet die Tragweite der von Fuller[1]) beschriebenen Versuche für das Vorhandensein und die mutmaßliche Natur jener die elektrischen Wellen der drahtlosen Telegraphie reflektierenden Schicht, die in Amerika allgemein als die „Heaviside-Schicht" bezeichnet wird, obwohl eigentlich schon Dewar 1902 auf ihr Vorhandensein aufmerksam gemacht hat. Nach Fleming beginnt diese Schicht da, wo die Atmosphäre nur noch etwa aus den leichteren Gasen Wasserstoff und Helium besteht, und der durch Lichtdruck von der Sonne fortgeschleuderte Sonnenstaub soll nun die tatsächlichen Wirkungen genannter Schicht hervorbringen. Bei 80 km Höhe dieser Schicht über der Erdoberfläche und bei einem Abstand beider Stationen von 3700 km (Honolulu—San Francisco) würde eine Welle 35-mal reflektiert werden müssen, eine beträchtliche Energieeinbuße erleiden und 960 km Gangunterschied zwischen beiden interferierenden Strahlen ergeben, was sicherlich nicht wahrscheinlich ist.

Wenn Fuller bei sehr geringen Änderungen der Wellenlänge an der Senderstation eine ganz beträchtliche Schwächung oder Verstärkung der Signale beobachtet, so muß der Gangunterschied der beiden interferierenden Strahlen sicher weit geringer sein, als er oben berechnet wurde. Verfasser kommt zu dem Schluß, daß es sich nicht um eine gleichmäßig konzentrisch und kugelförmig gegen die Erde hin begrenzte Heaviside-Schicht, sondern nur um ganz unregelmäßig begrenzte Heaviside-Wolken handeln kann, welche aus Massen ionisierter Gase in beträchtlichen Höhen bestehen, und welche die beobachteten merkwürdigen Störungen der drahtlosen Zeichengebung hervorbringen, wie von Fleming zuerst vermutet worden ist. Dementsprechend müssen außer Reflexionen auch Brechungen der Wellen auftreten. *Zdr.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Zur Frage der Verstaatlichung der Elektrizitätserzeugung.[2])

Die „Vereinigung elektrotechnischer Spezialfabriken," Berlin, hat auf ihrer letzten Jahresversammlung folgenden Beschluß gefaßt und damit zu den neuesten Vorgängen auf dem Gebiete der einzelstaatlichen Elektrizitätsversorgung Stellung genommen:

„Die Vereinigung hält eine Entwicklung der Elektrizitätsversorgung, wie sie unter staatlicher Führung jetzt eingeleitet ist, für gesund und richtig. Sie wünscht eine weiterschreitende Beteiligung der Bundesstaaten an der Elektrizitätsversorgung unter voller Wahrung der Interessen der öffentlich-rechtlichen Körperschaften, insbesondere der Gemeinden. Sie ersucht die Reichsregierung, keine Maßnahmen zu treffen, welche von diesem, als richtig anerkannten Wege ablenken."

Arbeitsverteilung zwecks Stromersparnis.

Zur besseren Ausnutzung der durch den Kohlen- und Wassermangel verminderten Stromerzeugung der oberbayerischen Elektrizitätswerke hat jetzt ein großes industrielles Werk daselbst die schon an manchen Orten im Verlauf eines Tages getroffenen Verschiebungen der Arbeitszeit dahin erweitert, daß es die Sonntagsruhe auf den Dienstag verlegt hat, Sonntags also durcharbeiten und dafür Dienstags die Arbeit ruhen läßt. Auf diese Weise läßt sich, wenn ähnliche Vorkehrungen mit anderen Wochentagen seitens weiterer großer Industrieunternehmungen getroffen werden, offenbar eine zweckmäßige Verteilung der Kraftwerksleistung herbeiführen. *e*

Von Elektrizitätswerken.

Bunzlau (Schlesien). Die Stadtverordneten von Bunzlau beschlossen, dem Erwerb der Wasserkräfte bei Kreischwitz und Wenig-Walditz näherzutreten.

Hadersleben (Schleswig-Holstein). Die städtischen Kollegien beschlossen, das Wasserkraftwerk in Christiansthal anzukaufen und von dort aus die Stadt Hadersleben mit elektrischem Strom zu versorgen.

München. Im Anschluß an frühere Mitteilungen[1]) ist zu melden, daß zur Ausnutzung der Wasserkräfte des oberen Inn und der mittleren Isar nunmehr zwei Gesellschaften begründet worden sind, nämlich die Obere Inn G. m. b. H. und die Mittlere Isar G. m. b. H. An der ersteren sind beteiligt die Bayerische Hypotheken- und Wechselbank, die Bayerische Vereinsbank, die Bayerische Handelsbank, die Bayerische Diskonto- und Wechselbank, die Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co., die Disconto-Gesellschaft, Berlin, die Bankfirma Friedmann, Bleibtreu & Co., Berlin, die Metallbank und Metallurgische Gesellschaft, Frankfurt a. M., und die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, Frankfurt a. M. An der zweiten Gesellschaft sind außer den oben Genannten noch beteiligt die Bayerischen Geschützwerke, Fried. Krupp, Kommandit-Ges. und die Fried. Krupp A. G., Essen. Das Grundkapital beider Gesellschaften beträgt, entsprechend ihrem vorläufigen Charakter als Studiengesellschaften, je 100 000 M.

Passau (Bayern). Kommerzienrat Hromadnik in Pasing erhielt die Genehmigung zur Anstellung der technischen Vorarbeiten für den geplanten Ausbau der Staustufen im Donaukachlet bei Vilshofen und Passau, wodurch 45 000 bis 49 000 kW gewonnen werden sollen, um hauptsächlich für die Zwecke der chemischen Industrie Ausnutzung zu finden.

Sprottau (Schlesien). Der Gemeinderat beschloß die Aufnahme eines Darlehns von 0,2 Mill. M für den weiteren Ausbau der elektrischen Überlandzentrale.

Österreich-Ungarn. Wie Tagesblätter melden, sind die Warnsdorfer Elektrizitätswerke an die Nordböhmische Elektrizitäts-Gesellschaft, Bodenbach, verkauft worden. Das Werk selbst liegt schon seit mehreren Jahren still. Der Strom wird von dem sächsischen Werk Hirschfelde bei Zittau bezogen. *Hgn.*

— Graf Armin Mikes, einer der größten Holzindustriellen Ungarns, hat die Genehmigung erhalten, die Wasserkräfte des Talaborflusses auszunutzen und beabsichtigt, eine Anlage von 22 500 bis 30 000 kW zu errichten, welche das ganze Industriegebiet versorgen soll.

— Das Syndikat zur Errichtung eines Wasserkraftwerkes bei Wallsee an der Donau in Linz hat die Genehmigung der Baupläne nachgesucht. Das Werk, welches nordöstlich von Mitterkirchen an der Straße nach Baumgartenberg errichtet werden soll, wird 45 000 bis 120 000 kW Leistung erhalten.

Schweiz. Die Gemeindebehörden von Lausanne ersuchen um Gewährung eines Kredits von 1,980 Mill. Fr. um von dem Werke der Société Romande d'Electricité in Vouvry Strom nach Lausanne leiten zu können. — Die Einwohnergemeindeversammlung in Aarau bewilligte 1,5 Mill. Fr für die Erweiterung des Elektrizitätswerkes.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Ausdehnungswirkungen als Ursache der Verschlechterung von Hängeisolatoren.

[J. A. Brundige. The Electrician, Bd. 79, S. 656, nach Proc. Am. Inst. El. Eng.]

Der Verfasser erwähnt zunächst, daß zwei Ansichten bestehen über die Ursache der fortgesetzten und in allen Teilen des Landes häufig auftretenden Verschlechterung der Hängeisolatoren mit aufgekitteter Eisenkappe. Nach der einen wäre die Porosität des Porzellans in letzter Linie Schuld an allen Isolatorverschlechterungen, sei es, daß sie nach Aufnahme von Feuchtigkeit das Porzellan „elektrisch weich" macht, oder daß Sprünge entstehen infolge „kapillarer Absorption und Kristallisation" von Salzen, welche aus dem Zementkitt aufgenommen werden.[2]) oder infolge einer Kombination dieser beiden Umstände. Nach der anderen Ansicht wäre mechanische Sprengung, hervorgebracht durch Ausdehnungswirkungen, die hauptsächliche Ursache der beobachteten Störungen.

Der Verfasser unterstützt die letztere Ansicht. Da der Zementkitt nach einiger Zeit so hart wird, daß er geeignet ist, die stärksten Kräfte zu übertragen, und da der Wärmeausdehnungskoeffizient des Porzellans nur halb so groß ist wie der des Eisens, so sei das Porzellan unter der Eisenkappe während des jahreszeitlichen Temperaturwechsels so starken Kräften ausgesetzt, daß es Schaden leiden müsse. Auch die Ausdehnung des Eisenbolzens an heißen Tagen sei unzweifelhaft Schuld an vielen Störungen. Wird Zement zum Aufkitten der Kappe verwendet, so komme auch dessen Ausdehnung und Zusammenziehung unter verschiedener Feuchtigkeit in Betracht. Man sei der Ansicht, daß Zement eine „umkehrbare kolloidale Charakteristik" habe analog dem Erweichen und Aufquellen von Leim in Gegenwart von Wasser. Die fortschreitende Ausdehnung des Zementes sei begründet in einer „unvollkommenen Hydration" von solchen Zementteilchen, die anfangs gewissermaßen „versiegelt" und geschützt sind, und erst später infolge der Ausdehnung und Zusammenziehung Feuchtigkeit aufnehmen. Die beobachtete größere Verschlechterung bei wagerechten Abspannisolatoren im Vergleiche mit senkrecht hängenden erklärt der Verfasser damit, daß der Zement bei jenen mehr Gelegenheit habe, Feuchtigkeit aufzunehmen.

Die elektrische Spannung hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Verschlechterung der Isolatoren, denn in einer Anlage, bei der einige hundert Isolatoren übrig geblieben waren und vier Jahre lang in der ursprünglichen Verpackung gelagert hatten, hat sich bei der Untersuchung mit einem Isolationsprüfer derselbe Hundertsatz von schlechten Isolatoren ergeben, wie bei den im Betrieb befindlichen. Auch die Temperatur im Brennofen innerhalb der üblichen Grenzen hat keinen merklichen Einfluß gezeigt. Der Verfasser erwähnt, daß eine große Lieferung von ausländischen Isolatoren, die außerordentlich gut gebrannt und gleichförmig erschienen, in den ersten drei Betriebsjahren sich gut hielt, dann aber rasch schlechter wurde, so daß nach etwa sechs Betriebsjahren fast alle Isolatoren entfernt waren. Bei diesen Isolatoren sei unzweifelhaft erwiesen, daß die Verschlechterung auf mechanische Sprengung zurückzuführen ist. Sie hatten allerdings einen ungünstig ausgebildeten Kopf mit einem tief eingebetteten Bolzen.

(Der Verfasser übersieht, daß es viele hunderttausend kleiner und mittelgroßer Isolatoren gibt, die mit Zement aufgekittete Eisenkappen besitzen oder mit Zement auf der Stütze befestigt oder aus zwei Teilen zusammengekittet, und doch seit sehr langer Zeit anstandslos im Betriebe sind, daß ferner bei großen Stützisolatoren, die keine Eisenkappen haben und mit Hanf aufgedreht sind, dieselben Schäden (Sprünge) auftreten wie bei den Hängeisolatoren.[1]) Von Ermüdung oder Alterung des Porzellans, die in Amerika vielfach angenommen wurde, ist hier nicht mehr die Rede. D. Berichter.) *B.*

Materialkunde.

Untersuchung von künstlichen Isolierstoffen.

Im Kaiserlichen Telegraphen-Versuchsamt sind verschiedene künstliche Isolierstoffe untersucht worden. Dabei wurden der Verlustwinkel und die Dielektrizitätskonstante bei Wechselströmen mit den Kreisfrequenzen $\omega = 3000$ bis 30 000, die Oberflächenleitung und der Nachwirkungsstrom bei den Temperaturen 20 und 30° C und bei verschiedener Feuchtigkeit gemessen. Die Versuchsergebnisse sind in einer kleinen Druckschrift mit 25 graphischen Darstellungen zusammengestellt. Personen und Firmen, die ein Interesse daran nachweisen und sich zur Geheimhaltung verpflichten, können diese Druckschrift gegen Erstattung der Kosten in Höhe von 1,20 M vom Telegraphen-Versuchsamt, Berlin W 9, Königgrätzer Straße 20, beziehen.

Ähnliche Untersuchungen sind kürzlich auch von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angestellt und veröffentlicht worden[2]).

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Verlängerung der Prioritätsfristen in Norwegen[3]).

Laut Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 5. II. 1918 (R. G. Bl. S. 74) werden die auf Grund des § 1, Abs. 2 der Verordnung des Bundesrats, betr. die Verlängerung der im Artikel 4 der revidierten Pariser Übereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums vom 2. VI. 1911 vorgesehenen Prioritätsfristen vom 7. V. 1915 (R. G. Bl. S. 272) und im Anschluß an die Bekanntmachung vom 18. VIII. 1917 (R. G. Bl. S. 724) für Patente die bezeichneten Fristen weiter bis zum 30. VI. 1918 verlängert.

Verlängerung der Prioritätsfristen in den Vereinigten Staaten von Amerika[4]).

Durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 3. I. 1918 (R. G. Bl. S. 5) wird auf Grund der

---

[1]) „Proc. Am. Inst. El. Eng.", Bd. 34, S. 567; vgl. auch „Jahrb. d. drahtl. Telegr.", Bd. 5, S. 75 und Bd. 8, S. 575.
[2]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 553, 579; 1918, S. 58.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 572, und 1918, S. 8.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 488.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 433.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 580.
[3]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 504; 1917, S. 489.
[4]) Vgl. „ETZ" 1917 303.

Digitized by Google

oben genannten Bundesratsverordnung die Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 5. V. 1917 (R. G. Bl. S. 401) dahin abgeändert, daß im ersten Satz die Worte „oder nach dem 31. XII. 1917 ablaufen" und im zweiten „und sie tritt nicht ein, wenn und solange zwischen dem Lande, dem der Anmelder angehört, und den Vereinigten Staaten von Amerika der Kriegszustand besteht" gestrichen werden.

Erleichterungen auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes in den Vereinigten Staaten von Amerika.[1])

Durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 3. I. 1918 (R. G. Bl. S. 6) wird auf Grund des § 3 der Verordnung des Bundesrates, betreffend vorübergehende Erleichterungen auf dem Gebiete des Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenrechts, vom 10. IX. 1914 (R. G. Bl. S. 403) bekannt gemacht, daß in den Vereinigten Staaten deutschen Reichsangehörigen gleichartige Erleichterungen gewährt werden.

Gewerbliche Schutzrechte von Angehörigen Japans und Amerikas.

Durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 25. I. 1918 (R. G. Bl. S. 61) werden im Wege der Wiedervergeltung auf Grund des § 7, Abs. 2 der Bundesratsverordnung betr. gewerbliche Schutzrechte feindlicher Staatsangehöriger vom 1. VII. 1915 (R. G. Bl. S. 141) die Vorschriften der §§ 1 bis 4 für Angehörige Japans vom 1. II. 1918 an für anwendbar erklärt. Dasselbe wird durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 3. I. 1918 (R. G. Bl. S. 6) für Angehörige der Ver. Staaten von Amerika bestimmt.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Amt Kurfürst, Nr. 9820, zu richten.)

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 23. X. 1917.[2])

Diskussionsbericht (gekürzt) zum Vortrag des Herrn Generalsekretärs G. Dettmar: „Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauches elektrischer Arbeit."[3])

Herr Germershausen: Von den Vorschlägen, die wir eben gehört haben, verdienen nach meiner Meinung die größte Beachtung die, durch die die tägliche Belastungsspitze verringert wird. Ein allgemein durchgeführter Schluß der Läden und sonstiger Geschäfte um 5 Uhr würde nach der von mir angestellten Berechnung in Leipzig die Belastungsspitze um ungefähr 50% verringern. Wird hiermit, wie es Herr Dettmar schon andeutete, eine vorübergehende Außerbetriebsetzung der Kraftstrom verbrauchenden Betriebe vereinigt, so wird es möglich sein, die Erhebung der Belastungsspitze über die durchschnittliche Tagesbelastung fast vollständig wegzuschneiden.

Nach den Ausführungen des Herrn Dettmar sollen kleine Stromverbraucher von der beabsichtigten Beschränkung nicht betroffen werden. Ich glaube, es wäre richtig, ganz allgemein den Stromverbrauch in Wohnungen auszuscheiden. Der Stromverbrauch in Wohnungen bleibt meist wesentlich unter 250 kWh im Jahre. Wegen der wenigen Wohnungsanlagen, die einen größeren Verbrauch haben, besondere Vorschriften zu erlassen, halte ich wegen der Schwierigkeit für unzweckmäßig. Wie schwierig solche Vorschriften sind, hat die Rationierung des Gasverbrauches in den Wohnungen gezeigt.

Obwohl ein wesentlicher Erfolg für die notwendigen Ersparnisse an Brennstoff fast nur durch die Rationierung des Kraftstromes erreicht werden kann, so wird man auch hier auf Hindernisse stoßen. Der größte Teil des Kraftstromes wird heute im Interesse der Heeresindustrie verbraucht. Ob sich hier eine Beschränkung im Stromverbrauch ohne weiteres wird durchführen lassen zu entscheiden, wird jedenfalls Sache der betreffenden Kriegsamtsstelle sein.

Die von Herrn Dettmar erwähnte Hinausschiebung des Theateranfangs widerspricht den Bestrebungen der Straßenbahn, den täglichen Betrieb früher zu beenden, als es jetzt der Fall ist.

Die Beschränkung der Spielzeit der Kinos hat nach den von mir angestellten Berechnungen keinen nennenswerten Einfluß auf den Stromverbrauch. Die allgemeine Beleuchtung in den Kinos ist äußerst gering und wird nur minutenweise benutzt. Es bleibt also nur der Stromverbrauch der Projektionslampe. Ob die durch Kinos zu erzielende Ersparnis die jedenfalls unvermeidliche Schädigung der in Frage kommenden Existenzen rechtfertigt, erscheint mir jedoch zweifelhaft. Ebenso wird durch die Beschränkung der Benutzung der Personenaufzüge wenig erreicht werden.

Ich bin überhaupt der Meinung, man sollte sich auf einige wichtige Maßnahmen, die den beabsichtigten Zweck wirklich erreichen lassen, beschränken und alle Kleinigkeiten beiseite lassen. Wenn auch nicht zu verkennen ist, daß sich eine Summe von an sich geringen Ersparnissen addiert, so ist es gewiß wünschenswert, gerade in der heutigen Zeit unnötige Belästigungen und Beunruhigungen des Publikums zu vermeiden.

Kurz zusammengefaßt, halte ich für eine der wichtigsten Maßnahmen eine allgemeine Verfügung, betr. den Geschäftsschluß um 5 Uhr und die Unterbrechung der Abgabe von Kraftstrom in der Zeit von etwa ½5 bis ½7 Uhr.

Herr Vogel: Das Rationieren der Elektrizität für Beleuchtung mag dort angehen, wo noch Reklame- und Luxusbeleuchtung im Gebrauch sind. Nach den in Oberschlesien eingeführten Pauschaltarifen sind aber gut 95% aller Wohnungen und Geschäfte nur mit den notwendigsten Lampen versehen, so daß dort ein Herabmindern an Kilowatt nicht mehr möglich erscheint. Man muß für die Rationierung auch die geographische Lage mit in Betracht ziehen. Denn im Osten wird es eine Stunde früher finster als im Westen, das sind im Jahre 360 h Mehrbedarf an Strom für den Osten.

Herr Zetzsche: Herr Dettmar führte am Anfange aus, daß eine Kohlenersparnis namentlich auch bei kleineren und mittleren Elektrizitätswerken herbeigeführt werden kann durch Stillegung ihrer Bahnbetriebe. Dieser Vorschlag ist jedoch nicht zu verallgemeinern, denn bei kleineren und mittleren Elektrizitätswerken ist die Straßenbahn in den meisten Fällen ein Anhängsel der Betriebsmaschinen für den Lichtbetrieb. Es würde demnach bei Stillegung des Bahnbetriebes an Kohlen nennenswertes kaum gespart werden. Ähnlich wird es liegen mit dem Abschalten einiger Strecken bei Überlandzentralen während der Nacht. Dieses öftere Aus- und Einschalten großer Strecken mit Transformatoren ist für letztere mit der Zeit nicht ungefährlich und Reparaturkosten und Personalaufwand werden unter Umständen viel höher als die Ersparnis an Kohlen ausmacht, wenn man überhaupt von Kohlenersparnis reden kann. Wir dürfen uns überhaupt nicht an die Zahl zu ersparender Kilowattstunden klammern, denn mit einer Ersparnis an solchen von angenommen 10% ist nicht notwendigerweise eine gleich hohe Kohlenersparnis verbunden. Wenn eine Dampfmaschine, die während der Nacht an sich nur gering belastet ist, um 10% entlastet wird, so wird sie mit fast genau demselben Kohleverbrauch arbeiten, wie ohne diese Entlastung.

Bezüglich der Beleuchtung in Wohnungen stehe ich auf einem anderen Standpunkt als Herr Germershausen und bin der Meinung, daß eine geregelte Einschränkung bei Wohnungsbeleuchtung möglich ist. Bei mir, in einer kleinen Stadt, sind, nach dem Erscheinen der Verfügung der Kriegsamtsstelle, die kleinen Leute in großer Anzahl gekommen und haben elektrische Beleuchtung verlangt. Das mußte nach der Verfügung abgelehnt werden. Darauf wurde von ihnen eingewendet, erst hat es geheißen, wir sollen elektrische Beleuchtung nehmen, damit Petroleum und Gas gespart wird, und jetzt heißt es, wir sollen keine erhalten, damit Kohle gespart wird. Wenn man jedoch abends in den großen Wohnungen 3 bis 10 Lampen brennen sieht, kann man die Verfügung nicht begreifen. Wenn in den großen Wohnungen die Hälfte der Lampen außer Betrieb gesetzt würden, könnten doch diese in den kleinen Wohnungen, die gar nichts von Beleuchtung haben, installiert werden. Diese Auffassung hat eine gewisse Berechtigung. Heutzutage, wo fast alle unsere Maßnahmen nach der sozialen Seite zielen, soll man die Leute, die am Tage schwer arbeiten, im Finstern nach Hause kommen, keine Beleuchtungsmittel haben und in einzelnen Fällen mit einem halben Liter Petroleum einen ganzen Monat auskommen sollen, an den Fortschritten, die Wissenschaft und Technik in der Beleuchtung gemacht haben, teilhaben lassen. Wenn man also in großen Wohnungen die Beleuchtung auf ein Mindestmaß herabdrückt, kann man kleinen Wohnungen etwas zugute kommen lassen und außerdem noch sparen an Kohlenaufwand. Elektrizitätswerken, die mit Akkumulatorenbatterien arbeiten, kann es jetzt bezüglich der Kohlenersparnis schlecht gehen. In meinem Betriebe z. B. sind 3 Akkumulatorenbatterien vorhanden, die bei der Akkumulatorenfabrik versichert sind. Seit Anfang dieses Jahres ersuche ich die Akkumulatorenfabrik, eine Lichtbatterie so instand zu setzen, daß mit ihr ökonomisch gearbeitet werden kann. Da mein Ersuchen immer erfolglos blieb, habe ich mich an die Kriegsamtsstelle nach Magdeburg gewandt und auf den erhöhten Kohleverbrauch für meinen Betrieb durch die fehlerhafte Akkumulatorenbatterie aufmerksam gemacht. Die Akkumulatorenfabrik konnte jedoch bis jetzt nichts machen, da sie notwendigere Arbeiten für die Heeresverwaltung auszuführen hat.

Herr Bloch ist der Meinung, daß man die elektrische Beleuchtung nicht ganz frei lassen dürfe, wenn der Gasverbrauch in den Wohnungen eingeschränkt wird. Der Stromverbrauch in den Wohnungen muß auch schon deshalb auf ein vernünftiges Maß eingeschränkt werden, weil man sonst in diesem kohlenarmen Winter eine ganz erhebliche, und heute durchaus nicht wünschenswerte Zunahme der elektrischen Wohnungsheizung herbeiführen würde. Ein Höchstverbrauch von 250 kWh für jede Wohnung scheine ganz richtig getroffen. Im übrigen habe die heutige Aussprache die Notwendigkeit behördlicher Einschränkungsvorschriften sehr deutlich bewiesen. Fast jeder der Herren Vorredner habe irgendein Gebiet herausgegriffen und betont, daß hier keine nennenswerten Ersparnisse gemacht werden können. Aber alle diese unwesentlichen Ersparnisse bilden zusammengenommen schließlich doch einen ganz erheblichen Prozentsatz und tragen dazu bei, daß das vorgesteckte Ziel mit vereinten Kräften auch wirklich erreicht wird.

Herr Germershausen hält es für selbstverständlich, daß in allen den Fällen, wo man auf Petroleumbeleuchtung angewiesen ist, Gas oder elektrische Beleuchtung geschaffen werden muß. Es sei dies um so unbedenklicher, als es sich meist um kleine Wohnungen mit wenig Lampen handle. Der geäußerten Ansicht, den Stromverbrauch in den Wohnungen zu rationieren, könne er sich nicht anschließen, da der Wohnungsverbrauch meist unter 250 kWh im Jahre bleibe und die durch die Beschränkung der Wohnungsbeleuchtung zu erreichende Brennstoffersparnis verhältnismäßig gering sei. Das Verbot des elektrischen Heizens sei dagegen gerechtfertigt.

Herr Schlesinger hält die Einwände von Herrn Germershausen nicht für stichhaltig, da es ja nach Herrn Dettmars Mitteilungen den Ortsbehörden vorbehalten bleibt, die Grenze von 250 kWh abzuändern. Die Möglichkeit einer Kontrolle bewirke, daß die Leute sich soweit als möglich einschränken. Schon um der Gerechtigkeit willen sei es zweckmäßig, den Privatverbrauch auch beim elektrischen Licht einzuschränken.

Herr Jesinghaus hält die prozentuale Ersparnis an Lichtstrom unter Berücksichtigung des vorjährigen Verbrauches für falsch und schlägt vor, den Lichtstromverbrauch nach der Zimmerzahl und der Kopfzahl der Bewohner der Wohnungen festzusetzen. Die Durchführung würde naturgemäß mehr Arbeit bedingen. Sie berücksichtigt aber die praktischen Verhältnisse. Die Grenze von 250 kWh sei z. B. für Potsdamer Verhältnisse um mindestens 50% zu hoch. Er hält es für richtiger, wenn die einzelnen Elektrizitätswerke in der Gesamtstromabgabe (nicht im Kohlenverbrauch, da dieser unter den jetzt gegebenen Verhältnissen sehr schwankt) rationiert würden. Dann könne jedes Werk seinen Verhältnissen entsprechend Verfügungen erlassen und dort sparen, wo es am leichtesten zu ertragen ist.

Herr Heubach hält die Einschränkung nach Prozenten des Verbrauches der einzelnen Monate des Vorjahres für gefährlich, weil z. B. Firmen, die im Vorjahre wegen der Beschäftigung mit Vorarbeiten für eine aufzunehmende Massenfabrikation verhältnismäßig wenig Maschinenarbeit und geringen Stromverbrauch hatten, in diesem Jahre, wo sie in die Massenfabrikation eingetreten sind, mehr Strom als im Vorjahre brauchen, wenn sie die eingegangenen Lieferungsverpflichtungen erfüllen wollen.

Herr Dettmar: M. H.! Ich habe mich vorher absichtlich kurz gefaßt, um möglichst viel Zeit für die Diskussion zu lassen. Ein Teil der Einwendungen ist dadurch erledigt, daß sie in den übergangenen Einzelheiten der Verordnung und der dazu gehörigen Richtlinien und Erläuterungen behandelt sind.

Zur durchgehenden Arbeitszeit: Sie ist unbedingt wünschenswert, läßt sich aber nicht allgemein anordnen, weil ihrer Durchführung an manchen Stellen Ernährungsschwierigkeiten im Wege stehen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 303.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 519.
[3]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 73.

Digitized by Google

Zur Grenze des uneingeschränkten Kleinverbrauchs: Herr Germershausen hat übersehen, daß die Grenze in den Ortsvorschriften geändert werden kann. Es ist ohne weiteres möglich, sie in großen Städten herauf zu setzen, es wird aber auch an manchen Stellen nötig sein, sie niedriger zu halten.

Die Kinos sind, was den Verbrauch an Kilowattstunden betrifft, nebensächlich, aber zu beachten bei der Spitzenabsenkung. Deshalb ist auch vorgeschlagen, sie nur in den Wintermonaten und nur nachmittags zwischen 5 bis 7 Uhr geschlossen zu halten. Für Fahrstühle gilt dasselbe.

Die von Herrn Vogel beanstandete Arbeitspause von 5 bis 8 Uhr ist natürlich so gedacht, daß ein Schichtwechsel auf diese Zeit gelegt wird, in der Weise, daß um 5 eine Arbeitsgruppe aufhört und die andere erst um 8 wieder anfängt.

Mit Einführung einer Dreschordnung sind an manchen Stellen schon gute Erfahrungen gemacht worden. Die Einschränkung der Bahnen in kleineren und mittleren Städten ist vielfach ohne schwere Schäden durchgeführt. Auch die Pauschalabnehmer müssen bei manchen Werken, wo sie in großer Zahl vorhanden sind, eingeschränkt werden.

Es ist richtig, daß vielfach im einzelnen nur kleine Ersparnisse gemacht werden, die scheinbar im Mißverhältnis zu der damit verbundenen Unbequemlichkeit und Arbeit stehen. Aber es gibt nur den einen Weg: die erforderliche Gesamtersparnis durch Zusammennehmen vieler Einzelersparnisse zu erzwingen. Wir müssen eben sparen, da wir nur eine beschränkte Menge von Kohlen zur Verfügung haben.

Über die Gasrationierung, deren Erfolg auch bezweifelt wurde, kann schon jetzt als Ergebnis mitgeteilt werden, daß ein ausgezeichneter Erfolg, nämlich ein Minderverbrauch von 15 bis 20% gegenüber dem Vorjahre, erzielt worden ist.

Herr **Sonnenschein:** Bei den Zentralheizungsanlagen läßt sich eine erhebliche Kohlenersparnis dadurch erzielen, daß der Heizdampf zuerst in einer Dampfmaschine arbeitet und elektrischen Strom erzeugt. Zur Zeit wird die Einrichtung derartiger Anlagen durch das Vorgehen der Elektrizitätswerke erschwert. Die Hausbesitzer haben kein Interesse daran, solche Einrichtungen auszuführen, da der Strom vom Elektrizitätswerk billiger geliefert wird. Es wäre aber im Interesse der Kohlenersparnis eine dankenswerte Aufgabe, die Errichtung solcher Abdampf-Verwertungsanlagen zu fördern.

Herr **Lubberger:** Ein vollständig durchgearbeitetes System für Ersparnisse in tausend Kleinigkeiten ist das Taylorsystem. Eine seiner Lehren sagt, daß das Aufsuchen der Sparmöglichkeiten besonderen Beamten zu überlassen ist, während der Geschäftsleiter sich mit den Einzelheiten nicht abgeben soll. Gerade diese Eigenschaft empfiehlt die Einführung des Systems für den vorliegenden Sparfall. Es muß zum Erfolg aber der gute Wille dahinter stehen.

Herr **Ziegenberg:** Wie Herr Dettmar mit Recht betont hat, steht die vorliegende Frage in enger Verbindung mit den Ernährungsverhältnissen. Es wurde angeregt, die Läden um 5 Uhr schließen zu lassen. Dadurch würde eine Reihe unliebsamer Wirkungen auf die Arbeitnehmer der Rüstungsindustrie entstehen. Es wird den meisten der Herren bekannt sein, daß es vielen Arbeitern heute weniger um Geld zu tun ist, als daß sie dafür vor allem Lebensmittel bekommen. Wenn nun die Arbeiter, besonders aber Arbeiterinnen zur Zeit, wo der Betrieb geschlossen wird, nichts mehr zu kaufen bekommen, so laufen sie vorher weg und dadurch leidet natürlich der geregelte Betrieb.

Was die Ersparnis in der Wohnungsbeleuchtung anlangt, so ist Ihnen bekannt, wieviele unrationelle Beleuchtungskörper noch im Betriebe sind, ferner wieviel übermäßige Beleuchtung namentlich in besseren Privatwohnungen noch vorhanden ist. Um nun den beabsichtigten Zweck zu erreichen, würde ich vorschlagen, neben den Bestimmungen einer Rationierung, d. h. den Verbrauch um 10 oder 20% herunterzusetzen, noch Mindestziffern aufzunehmen, über die hinaus ein Zimmer nicht beleuchtet werden darf. Ich bin mir klar, daß diese Bestimmung in vielen Fällen auf dem Papier bleiben, d. h. daß die Kontrolle große Schwierigkeiten bieten wird. Eine bestimmte Wirkung wird sie aber sicher dann ausüben, wenn die Überschreitung der Bestimmung unter Strafe gestellt wird. Es ist eine Leichtigkeit, die Mindestbeleuchtung eines Zimmers nach der Zahl der Quadratmeter festzulegen.

Zum Schluß möchte ich noch auf einen kleinen Behelf hinweisen, um die unnötige Beleuchtung vieler weniger benutzter Räume auszuschließen, sei es in Wohnungen oder Betrieben, das ist die Verwendung der elektrischen Kleinbeleuchtung. Es wird Ihnen nebensächlich erscheinen, ist aber Tatsache, daß sich in vielen Fällen die Kleinbeleuchtung mittels einfacher Taschenlampen, besser noch tragbarer Akkumulatoren, als durchaus ausreichend erwiesen hat, um Dauerbeleuchtung zu ersetzen. Die Akkumulatoren können bequem in den Tagesstunden schwacher Zentralenbelastung aufgeladen werden. Für die Jetztzeit wie nach dem Kriege mehren wir dadurch auch den deutschen Nationalreichtum, indem wir insbesondere das Petroleum zurückdrängen.

Herr **Zetzsche:** Es ist selbstverständlich, daß wir Leute aus der Praxis bestrebt sind, soviel wie möglich zu sparen, und den Forderungen nach Kohlenersparnis keinen Widerstand entgegensetzen. Es führen aber viele Wege nach Rom, und es muß der sachgemäßeste gesucht werden, u. zw. auch der, der die Allgemeinheit am wenigsten drückt und dabei den besten Erfolg verspricht. Was Herr Ziegenberg bezüglich des 5 Uhr-Schlusses sagte, mag in einzelnen Fällen ja zutreffen. Ich kann Sie aber versichern, daß bei uns seit etwa 4 Wochen im Einvernehmen mit der Stadtverwaltung sämtliche Läden in der Stadt, mit Ausnahme der Lebensmittelgeschäfte, um 5 Uhr geschlossen werden, ohne daß sich nennenswerte Widerstände erhoben hätten. Wir sind sogar soweit gegangen, und haben die Ladenöffnung morgens auf 8½ Uhr festgesetzt. Ich möchte hierbei noch ganz besonders darauf hinweisen, daß damit die unangenehme Spitzenbelastung am Morgen ganz wesentlich herabgedrückt wird; ein Moment, das nicht außer Augen gelassen werden darf.

Ferner möchte ich noch eine Frage an Herrn Dettmar richten, die dahin geht, ob die Vertrauensmänner in ihren Elektrizitätswerksbezirken ihre Befugnisse auszudehnen haben auch auf die in ihren Bezirken liegenden Blockstationen und größeren selbständigen Fabrikanlagen.

Herr **Dettmar:** Die von Herrn Dr. Sonnenschein vorgeschlagene Verwertung der Abdampfwärme ist natürlich sehr erwünscht, aber in den meisten Fällen heute unmöglich, denn wie soll man jetzt die erforderlichen Umbauten der Anlagen durchführen. Das scheitert an dem Material- und Arbeitermangel.

Zu der Anregung des anderen Herrn Redners, der das Taylorsystem zum Vergleich herangezogen hat, muß ich sagen, daß ich die optimistische Auffassung nicht teilen kann, daß lediglich eine Aufforderung zur Vermeidung der Verschwendung genügen könne. Hierzu hilft nur der Zwang.

Bezüglich der Frühspitze, an die Herr Zetzsche erinnert hat, gilt natürlich sinngemäß das für die Abendspitze Gesagte. Es gibt tatsächlich manche Werke, bei denen die Frühspitze sehr erheblich ist und beseitigt werden muß.

Was den Wirkungskreis der Vertrauensmänner betrifft, so erstreckt sich dieser nicht nur auf die öffentlichen Werke und deren Anschlußanlagen, sondern auch auf die in ihrem Bezirk liegenden Einzelanlagen, soweit für diese nicht besondere Vertrauensmänner ernannt sind.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:[1])

B. Landenberger, Diplomingenieur, Schramberg, und Hauptmann d. L. (Eisernes Kreuz I. Kl. u. österr. Militär-Verdienstkreuz III. Kl. m. Kriegsdekoration).

A. Plümecke, Beratender Ingenieur, Berlin-Steglitz, und Hauptmann (Eisernes Kreuz I. Kl.).

Wir bitten alle Leser unserer Zeitschrift, uns über Fachgenossen, die im Kampfe fürs Vaterland gefallen sind, oder eine ehrende Auszeichnung erhalten haben, schnellstens Mitteilung zugehen zu lassen.

Mit Rücksicht auf den Raummangel können künftig nur noch solche Auszeichnungen aufgeführt werden, die im Felde erworben wurden. D. S.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602; 1918 S. 19, 59, 80.

Hochschulnachrichten. Der bisherige Privatdozent, Prof. Dr. E. Waltzmann, wurde zum a. o. Professor und Abteilungsvorsteher am Physikalischen Institut der Universität Breslau ernannt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Selbsttätige Drehstromanlasser der Firma Voigt & Haeffner A. G.

Unter Bezugnahme auf obigen in „ETZ" 1918, S. 36, erschienenen Aufsatz von Herrn W. ERNST habe ich zu bemerken, daß Drehstrom-Selbstanlasser dieser Ausführungsart, insbesonders aber mit gleichbleibender Drehrichtung des Antriebsmotors, ferner mit Nullspannungsauslösung und den übrigen beschriebenen Vorzügen in den Jahren 1909 bis 1911 in dem damals unter meiner Leitung stehenden Apparaten-Konstruktionsbureau der A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz) entworfen und konstruiert wurden. Die Selbstanlasser wurden auch wiederholt ausgeführt und geliefert.

In der Broschüre „Schaltanlagen" der genannten Firma vom Juli 1910 ist auf Seite 44 ein solcher Anlasser kurz beschrieben und bildlich dargestellt. Ebenso befindet sich eine kurze Beschreibung in der „Preisliste über schnellaufende Wechselstrommotoren" vom August 1911, in welcher außerdem auf eine weitere einläßlichere Beschreibung über diesen Gegenstand verwiesen wird.

Ich gehe mit dem Verfasser des obigen Aufsatzes darin einig, daß der Konstruktionsgedanke des Selbstanlassers ein sehr guter ist, weiche aber darin vom Inhalt seiner Ausführungen ab, daß ich diesen Gedanken viel früher vorbenutzt habe und er somit nicht mehr neu ist.

Budapest, 26. I. 1918. E. Pfiffner.

Erwiderung.

Es war mir leider nicht bekannt, daß ähnliche wie die von mir beschriebenen selbsttätigen Drehstromanlasser bereits von der A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz) ausgeführt worden sind, wie aus den Ausführungen des Herrn PFIFFNER hervorgeht, so daß Herrn PFIFFNER die Priorität der Vorbenutzung des Gedankens, die gleichbleibende Drehrichtung für selbsttätige Anlasser mit Nullspannungsauslösung vor der Voigt & Haeffner A. G. verwertet zu haben, zuerkannt werden muß.

Der Gedanke der gleichen Drehrichtung selbst dürfte jedoch wohl bereits vor der von Herrn PFIFFNER angegebenen Zeit bekannt gewesen sein und ist auch in der Patentschrift der Voigt & Haeffner A. G. Nr. 262 189 als bekannt vorausgesetzt. Das D.R.P. Nr. 262 189 beruht darauf, daß der Leerwinkel zwischen der Kurzschluß- und der ersten Anlaßstellung verwendet wird, um zunächst die Einschaltfeder des Ständerschalters durch den Motor zu spannen, wonach derselbe momentan einschaltet. In dieser Anwendung des Prinzips des Weiterdrehens bei dem Anlasser liegt der wesentliche Vorteil der Anordnung, wodurch die Möglichkeit gewährt wird, auch mit einem kleinen Motor den (bei Hochspannung) schwerfälligen Ständerschalter zu betätigen. Gegen das Patent wurde übrigens s. Zt. kein Einspruch erhoben.

Frankfurt a. M., 19. II. 1918.

W. Ernst.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Fernsprechwesen. Von W. Winkelmann. Bd. 1: Grundlagen und Einzelapparate der Fernsprechtechnik. Mit 56 Abb. 155 S. in 16°. Bd. 2: Fernsprechanlagen, ihre Ausführung und Betrieb. Mit 59 Abb. 141 S. in 16°. Sammlung Göschen Nr. 155 und 773. G. J. Göschensche Verlagshandlung. Berlin und Leipzig 1916. Preis je 1 M.

In den beiden Bändchen versucht der Verfasser, dem Zweck und Ziel der Sammlung Göschen entsprechend, in engem Rahmen ein Bild der Fernsprechtechnik in ihrem jetzigen Stande zu geben. Band 1 behandelt die theoretischen Grundlagen und die wesentlichen Einzelapparate, Band 2 die Apparate in den Betriebsschaltungen. Dem Band 1 ist je ein besonderer Abschnitt über die Stromversorgung in Verbindung mit Fernsprechanlagen und über

Digitized by Google

den Einfluß längerer Fernsprechleitungen auf die Sprechverständigung beigefügt. Im letzteren ist mit Geschick versucht worden, die Arbeiten von Breisig und Pupin zur Vergrößerung der Reichweite durch Selbstinduktionsspulen in eine leicht verständliche Form zu bringen. Auch die Versuche mit Verstärkerröhren und Verstärkerrelais sind kurz erörtert worden. Dem 2. Band sind einige Schaulinien über die bisherige Entwicklung des Fernsprechers usw. beigegeben.

Im allgemeinen hat es der Verfasser verstanden, den Zweck der Sammlung zu erfüllen und aus dem großen Aufgabengebiet der Fernsprechtechnik das Wesentliche herauszuziehen und anschaulich darzustellen. An einigen Stellen fällt die Anwendung von Fremdwörtern auf, wo sich gute deutsche Ausdrücke eingebürgert haben (Schaltmanipulation-Verbindungsarbeit S. 13, Mikrophontelephon-Handapparat S. 28 usw.). Auch enthalten die Bändchen einige Angaben, die bei einer Neuauflage richtig zu stellen wären. So ist z. B. auf S. 28 ein Handapparat der Reichs-Telegraphenverwaltung abgebildet (Abb. 11), von dem gesagt wird, der Hörer hat zwei Spulen mit insgesamt 60 Ω Widerstand, das Mikrophon ist für Zentralbatterie bestimmt und hat einen Widerstand von rd 300 Ω im Ruhezustand. Der abgebildete Handapparat ist aber ein Handapparat O B, wie der Druckknopf zum Kurzschließen der Mikrophonspule erkennen läßt. Zu S. 96: Hartkupferdraht und Bronzedraht sind zwei ganz verschiedene Drahtsorten, die in Stärken bis zu 5 mm verwendet werden. Zu S. 101: Die Leitungen enden bei den Fernsprechämtern an Hauptverteilern nicht an Sicherungsstellen. Zu S. 75: Das S. 82 dargestellte System der Deutschen Telephonwerke ist ebenfalls ein Ericssonsystem und zeigt, daß es keineswegs erforderlich ist, bei diesem System Klinken mit Trennkontakten zu verwenden. Zu S. 92: Der Verkehr zwischen verschiedenen Ämtern eines Fernsprechnetzes wickelt sich über Verbindungsleitungen ab und kann auf dem Wege des Anrufbetriebes (Abb. 43) oder des Dienstleitungsbetriebes (Abb. 44 u. 45) erledigt werden. Hierbei ist es für die Bezeichnung gleich, ob die B-Plätze Zweischnur- oder Einschnurbetrieb aufweisen. Die Bezeichnung Verteileramt wird in der Regel nur für Systeme, wie das in Hamburg ausgeführte, angewendet, bei denen eine besondere Verteilung der Anrufe auf die Abfragebeamtinnen vorgesehen ist, um eine gleichmäßige Belastung dieser zu erreichen. Zu S. 105: Die Abwicklung des Fernverkehrs bereitet weder bei den ganz selbsttätig arbeitenden Wählerämtern Schwierigkeiten noch bei den Wählerämtern mit Abfragepersonal. Die hieran geknüpften Schlußfolgerungen sind nicht zutreffend. Die in Abb. 24 u. 48 dargestellten Apparate sind von der Reichs-Telegraphenverwaltung entwickelte Muster.

Diese geringen Unstimmigkeiten verringern aber den Wert der beiden Bändchen in keiner Weise. Die mannigfachen Hinweise und namentlich die ausgerechneten Beispiele erleichtern auch dem Fernerstehenden das Verständnis und das Einarbeiten in die betreffenden Fragen. Den Betriebsbeamten und Mechanikern sowie allen, die sich einen Überblick über den Fernsprecher und seine Verwendung verschaffen wollen, können die beiden Bändchen nur warm empfohlen werden.

A. Kruckow.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Das sächsische Gewerbeschulgesetz. Feststellungen, Betrachtungen und Wünsche über ein einheitliches gewerbliches Schulwesen und die Anstellung von Gewerbelehrern in Sachsen. Mitteilungen aus der Vereinigung gewerblicher Lehrer Sachsens, Sitz Dresden. 80 S. in 8°. Verlag von Hermann Beyer & Co. Dresden-Blasewitz 1918. Preis 0,80 M.

Wie erziele ich Kohlenersparnisse im Hausbrand? Illustrierte Anleitung zum sparsamen Heizen und Kochen im Haushalt und Vorschläge zur Verbesserung unserer Heizeinrichtungen für Wohnungsinhaber, Hausbesitzer, Ofenfabrikanten und Ofensetzer sowie Heiztechniker. Von Oberingenieur Friedrich Barth. Mit 11 Abb. 16 S. in 8°. Verlag von Carl Koch. Nürnberg 1918. Preis 0,50 M.

Die verschiedenen Antriebsysteme elektrischer Fördermaschinen. Von M. Freyberg. Mit 72 Abb. VII und 93 S. in 8°. Verlag von Oskar Leiner. Leipzig 1917. Preis geb. 5 M.

HANDELSTEIL.

Das ausländische Kapital in der schweizerischen Elektrizitätsindustrie.

Zur Abwehr der Verdächtigungen der in der schweizer Tagespresse erschienenen Artikel, welche den deutschen Einfluß auf die schweizerische Elektrizitätsindustrie bekämpften, hat der Vorstand des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins eine wahrheitsgetreue Feststellung der tatsächlichen Verhältnisse veröffentlicht, die von Dr. E. Tissot, Direktor der Schweizerischen Eisenbahnbank in Basel, einem durchaus fachkundigen und streng neutralen Manne, verfaßt worden ist. Nachstehend soll über die Ergebnisse seiner Untersuchung kurz berichtet werden.

A. Elektrizitätswerke.

Elektrizitätswerk Olten-Aarburg A. G., Olten. Mit Ausnahme eines äußerst geringen Betrages ist das Kapital in schweizerischen Händen. Im Verwaltungsrat sitzen 11 Schweizer und 2 Deutsche. Die beiden Kraftwerke verfügen über eine mittlere Leistung von 42 700 PS, bedienen vorwiegend eine zahlreiche schweizerische Kundschaft und führen in nahezu gleichen Mengen nach Frankreich und Deutschland aus.

Die Kraftwerke Beznau-Löntsch, Baden, sind jetzt im Besitze der Nordostschweizerischen Kraftwerke, einem von 5 Kantonen gebildeten Konsortium. Sämtliche Verwaltungsräte sind Schweizer, ebenso die gesamte Kundschaft.

Kraftübertragungswerke Rheinfelden. Die Unternehmung, die in Deutschland ihren Sitz hat, steht unter deutscher Kontrolle. Die internationale Konzession bestimmt eine nahezu gleichmäßige Aufteilung der Wasserkraft zwischen der Schweiz und Deutschland.

A.-G. Kraftwerk Laufenburg. Das Aktienkapital befindet sich zu etwa 60% in deutschen Händen. Der Verwaltungsrat setzt sich aus 11 Deutschen und 9 Schweizern zusammen; unter den ersteren befindet sich der Direktor der Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich. Die Kraft wird zu gleichen Teilen von den Uferstaaten entnommen.

Zusammenfassend wird festgestellt, daß die Werke Olten-Aarburg und Olten-Gösgen, ferner die Werke Beznau-Löntsch und Augst vollständig außerhalb der Kontrolle der A.E.G.- und der Siemens-Gruppe stehen. Bei den Werken am Rhein findet eine nahezu gleiche Teilung der Kraft statt. Die auf deutschem Boden liegenden Werke Rheinfelden und Wyhlen sind Eigentum deutscher Gesellschaften, dasjenige von Augst gehört der Stadt Basel, Laufenburg einer schweizerisch-deutschen Unternehmung.

Bezüglich der Ausfuhr elektrischer Energie aus der Schweiz wurden folgende Zahlen für Ende Oktober 1917 festgestellt: Italien und Frankreich 71 306 PS, Deutschland 53 617 PS. Die Ausfuhrbewilligungen wurden für eine verhältnismäßig kurze Frist erteilt und haben stellenweise den Bau und die Rentabilität der Werke überhaupt erst ermöglicht.

B. Elektrometallurgische Unternehmungen.

Aluminium-Industrie A. G., Neuhausen. Der schon vor dem Kriege starke schweizerische Anteil hat sich durch den Rückkauf einer bedeutenden Anzahl Aktien infolge des günstigen Kurses noch gesteigert. Im Verwaltungsrat ist die deutsche Hochfinanz vertreten; er setzt sich aus 9 Schweizern und 5 Vertretern der Zentralmächte zusammen. Die Gesamtleistung beträgt 96 000 PS, davon rd 17 000 PS in Werken auf dem Boden der Zentralmächte, welche auch ausschließlich das Rohmaterial liefern und dafür den größten Teil der Erzeugnisse beziehen.

Elektrizitätswerk Lonza A. G., Basel. Trotz bedeutendem deutschen Aktienbesitz spielt hier das schweizer Kapital die maßgebende Rolle, ist auch durch 6 Schweizer gegen 3 Deutsche im Verwaltungsrat vertreten. Die vorläufige Leistung beträgt 60 000 PS, sämtliche Kraftwerke liegen auf Schweizer Gebiet. Das Unternehmen ist in Deutschland an den Werken Waldshut und Spremberg interessiert, die ungefähr den Wert der gesamten deutschen Beteiligung von 5 Mill. Fr darstellen, während das schweizer Kapital in der Schweiz selbst und in Frankreich untergebracht ist. In Frankreich hat die Gesellschaft bedeutend stärkere Interessen als in Deutschland, doch werden rd 60 bis 65% der Erzeugung nach den Ländern der Zentralmächte ausgeführt. Kein elektrischer Konzern noch die deutsche Hochfinanz oder Großindustrie ist an dem Werke beteiligt, jedoch einige private bayerische und österreichische Kapitalisten.

Gotthardwerke A. G. für elektrochemische Industrie, Bodio. Das Kapital wurde zur Hälfte durch die A. G. „Motor", zur Hälfte durch eine deutsche Gruppe, an der aber weder die A.E.G.- noch die Siemens-Gruppe beteiligt ist, gezeichnet. Ein großer Teil der Erzeugung geht infolgedessen auch nach Deutschland.

Mehrere elektrochemische und elektrometallurgische Unternehmungen, besonders in der Westschweiz arbeiten ausschließlich für die Entente. Gesamtleistung schätzungsweise 43 500 PS.

Schlußfolgerungen. Von den schweizer Werken arbeiten ungefähr 114 000 PS für die Entente, 164 000 PS für die Zentralmächte, wenn man die Leistung auf die ausgeführten Erzeugnisse bezieht. Binnen kurzem wird ein neues Werk im Tessin mit 3750 PS und ein Kraftwerk an der französisch-schweizerischen Rhone mit 20 000 PS entstehen, wodurch die nach Frankreich ausgeführte Leistung 138 250 PS erreichen wird.

C. Maschinenindustrie.

Brown-Boveri & Cie., A. G., Baden. Das Aktienkapital ist überwiegend, der Verwaltungsrat ausschließlich schweizerisch. W. Rathenau ist vor einiger Zeit ausgeschieden; der A.E.G. ist es nicht gelungen, aus der Firma ein Zweiggeschäft zu machen. Das in der Badener Firma liegende deutsche Kapital ist vermutlich erheblich geringer, als das von der Firma in deutschen Anlagen untergebrachte. Die Badener Werke haben nie für die Kriegsindustrie gearbeitet, außer für die Schweiz selbst.

A. G. Escher, Wyss & Cie., Zürich. Die Firma stand jahrelang unter dem direkten Einfluß der Lahmeyer-A.E.G.-Gruppe, bis während des Krieges eine schweizer Gruppe von Banken und Privaten fast sämtliche Titel zurückgekauft und damit der Firma ihre absolute Unabhängigkeit gesichert hat. Im Verwaltungsrat sitzen 10 Schweizer gegenüber 2 Deutschen, von denen einer Direktor der Bank für elektrische Unternehmungen ist.

rm.

Firmenverzeichnis.

Electr. Textil-Industrie „Bavaria" Carl Baierle & Co., München. Gegenstand: Fabrikation von elektrischen Sanitäts- und Gebrauchsgegenständen. Gesellschafter: K. Baierle, Ingenieur, und J. Kulp, beide in München.

Gesellschaft für elektrische Schwachstromanlagen m. b. H., Berlin-Schöneberg. Gegenstand: Ausführung und Instandhaltung von elektrischen Schwachstromanlagen. Übernahme der Anlagen gegen eine Pauschalgebühr, Verwertung einer Erfindung betreffend einen Umformer für elektrischen Starkstrom in Schwachstrom. Stammkapital: 20 000 M; Geschäftsführer: W. Pollack, Berlin-Schöneberg.

Elektrolyt-Metall-Gesellschaft m. b. H., Berlin-Velten, Berlin. Gegenstand: Aufarbeitung und Raffinierung von Metallen auf elektrolytischem oder chemischem Wege, Beteiligung bei ähnlichen Unternehmungen. Stammkapital: 0,3 Mill. M. Geschäftsführer: H. von Chamier-Gliszinski, F. M. Köhler (Stellv.), beide in Berlin-Schöneberg.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Neu-Damerow, Kr. Saatzig (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Baumgarten (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Kapitalsänderungen. Elektrizitäts-A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M.; um 10 auf 40 Mill. M (beantragt). — Licht-Gesellschaft m. b. H., Gleiwitz; um 20 000 auf 140 000 M.

Löschungen. Elektricitätswerke Weidenberg und Gesees Ullrich & Bachhofer, Weidenberg.

Österreich-Ungarn. Der bekannte Industrielle F. Křižik, Prag, und die Prager Kreditbank haben unter der Firma Böhmisch-Mährische Elektrotechnische Werke Fr. Křižik A.G. in Prag-Karolinental eine Gesellschaft mit 5 Mill Kr Aktienkapital gegründet, die sich mit der Herstellung elektrischer Maschinen und Apparate sowie mit dem Bau von elektrischen Bahnen und Elektrizitätswerken befassen wird.

Abschluß des Heftes: 2. März 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. O. Lehmann in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 14. März 1918.** **Heft 11.**

Über die Gleichgewichtszustände der Reihenschaltung einer Induktionsspule mit einem Kondensator.

Von **H. Görges**, Dresden.

Übersicht. **Die Vorgänge in einem Stromkreise, der eine Induktionsspule mit Eisenkern und einen Kondensator in Reihenschaltung enthält, werden mit der topographischen Methode dargestellt. Für das Potential des Verbindungspunktes C zwischen Induktionsspule und Kondensator ergeben sich im Allgemeinen zwei Punkte $\mathfrak{C}$, die als Schnittpunkte dreier geometrischer Örter gefunden werden. Diese geometrischen Örter lassen sich leicht zeichnen, wenn die Magnetisierungskurve der Spule und die Kurve des Leistungsverbrauches des Stromkreises gegeben sind. Die so gefundenen Spannungen zeigen ziemlich gute Übereinstimmung mit den gemessenen, wenn der Eisenkreis völlig geschlossen ist, eine recht gute, wenn er einen Luftspalt enthält. Der Einfluß des Wertes der verschiedenen Größen des Stromkreises auf die Gestalt der geometrischen Örter wird untersucht. Hieraus ergeben sich leicht die Bedingungen des Überkippens aus der einen in die andere Gleichgewichtslage.**

Die Vorgänge in einem Stromkreise, der eine Induktionsspule mit Eisenkern und einen Kondensator in Reihenschaltung enthält, sind in den letzten Jahren mehrfach behandelt worden. Herr O. Martienssen hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß in einer solchen Schaltung im allgemeinen zwei Gleichgewichtszustände möglich sind, und die Vorgänge in der „Physikalischen Zeitschritt" untersucht[1]). Er hat dann darauf hingewiesen, daß möglicherweise durch den Übergang aus der einen in die andere Gleichgewichtslage eine Reihe Überspannungserscheinungen erklärt werden könnten[2]). Herr Petersen hat mehrere solche Fälle behandelt[3]). Ferner hat Herr Biermanns die Vorgänge einer theoretischen Untersuchung unterzogen[4]). Während die theoretischen Erklärungen von Martienssen und Biermanns rein rechnerisch und mit einem größeren Aufwand von Mathematik durchgeführt sind, sollen die Vorgänge im folgenden mit Hilfe von Diagrammen untersucht werden, die bei einfachen mathematischen Hilfsmitteln den Vorzug der Anschaulichkeit besitzen und, soweit die bisher angestellten Versuche zeigen, auch eine befriedigende Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen zeigen.

Zunächst möge in Zahlentafel 1 ein Vorversuch mitgeteilt werden. Eine Induktionsspule von Koch & Sterzel, Dresden, mit verstellbarem Luftspalt im Eisenkern, der aus nicht legierten Eisenblechen bestand, wurde mit einer Anzahl parallel geschalteter Kondensatoren von Siemens & Halske für je etwa 2 μF (geprüft mit 2000 V) in Reihe geschaltet, Abb. 1. Je 10 Kondensatoren waren im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule zu Dresden in einen Holzkasten eingebaut worden und an 4 kleine Hebelschalter angeschlossen, mit denen man 2, 4, 6 und 8 μF zu- und abschalten, und somit die Kapazität von 2 zu 2 μF vergrößern konnte. Der Luftspalt wurde möglichst gut geschlossen, sodann die Kapazität gesucht, bei der das Überkippen bei etwa 120 V eintrat. Dies geschah bei nominell 40 μF, genauer 42,23 μF. Als Stromerzeuger diente, um mit kleiner Ankerrückwirkung zu arbeiten, eine Drehstrommaschine von 30 kVA. Die Frequenz betrug 50 Per/s. Nun wurde der Stromkreis bei 80 V geschlossen und die Spannung P gesteigert. Beim Überschreiten von 120 V sprangen die bis dahin verhältnismäßig niedrigen Werte der Spulen- und der Kondensatorspannung P_s und P_c, sowie der Stromstärke J und der Leistung des ganzen Stromkreises auf bedeutend höhere Werte. Bei der verhältnismäßig großen Leistung des Stromerzeugers änderte sich die Spannung P nicht wesentlich. Sie stieg etwas, weil der schwache Strom vor dem Sprunge eine Nacheilung, der viel stärkere Strom nach dem Sprunge eine Voreilung vor der Spannung besitzt. Die Spannung P wurde nun wieder auf 120 V eingestellt und dann verringert. Dabei trat der Sprung auf die niedrigeren Werte erst bei 77,5 V auf. Es bestehen also bei derselben Spannung von 120 V zwei Gleichgewichtszustände, die wir den unteren und den oberen nennen wollen.

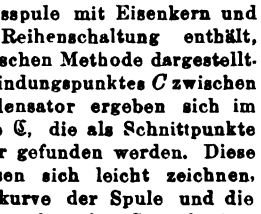


Abb. 1.

Zahlentafel 1.

P Volt	P_s Volt	P_c Volt	J Amp	L Watt
80	112	nicht ablesbar		25,7
90	125			34,5
100	142			42,7
110	164			53,0
120	195	84	etwa 1	70,1
120,1	Sprung nach oben			
120	336	415	5,93	428
110	332	402	5,70	410
100	327	376	5,38	383
90	322	355	5,07	356
80	317	322	4,56	317
78	315	308	4,35	299
77,5	Sprung nach unten.			

Wir können die Vorgänge in dem Kreise als Schwingungen auffassen, bei denen sich die elektrostatische Energie des Kondensators in elektromagnetische der Induktionsspule und umgekehrt verwandelt. Dabei treten Verluste durch Stromwärme, durch die Ummagnetisierung des Eisens und durch dielektrische Hysterese im Kondensator auf, die durch die von der Stromquelle dem Stromkreise zugeführte Leistung dauernd gedeckt werden müssen. Ein stabiler Gleichgewichtszustand ist dabei nur möglich, wenn die von der Stromquelle zugeführte Leistung L genau die Größe der Verluste V hat, und wenn außerdem bei einer virtuellen Zunahme der Stromstärke die gelieferte Leistung kleiner als die verbrauchte, bei einer Abnahme der Stromstärke die gelieferte Leistung größer als die verbrauchte wird. Die Verluste sind in guten Kondensatoren gering und werden meistens vernachlässigt werden können. Die Grundlage der Diagramme bildet daher die Magnetisierungskurve oder Charakteristik und die Verlustkurve der Induktionsspule. Wir legen dabei durchweg effektive Mittelwerte zugrunde und denken uns die besonders bei hoher Magnetisierung des Eisens stark verzerrten Stromkurven durch äquivalente Sinuskurven ersetzt.

Von den drei in Abb. 1 gekennzeichneten Spannungen ist die geometrische Summe der Spulenspannung P_s und der Kondensatorspannung P_c gleich der Netzspannung P, in Formel

$$P_s \mathbin{\hat{+}} P_c = P. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

Wir können daher, wenn wir

$$P = \varepsilon . \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}, \quad P_s = \varepsilon . \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}, \quad P_c = \varepsilon . \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}} \quad (2$$

setzen, worin ε das „Spannungsmaß" ist, aus $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$, $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}$ und $\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}}$ das Dreieck $\mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{C}$ zeichnen (Abb. 2). Der Stromvektor J hat, wenn

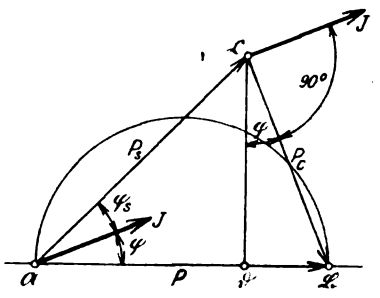


Abb. 2.

wir die Verluste im Kondensator vernachlässigen, 90° voreilende Phasenverschiebung gegen $P_c = \varepsilon . \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}}$; wir können ihn daher leicht einzeichnen. Da er in allen Fällen eine nacheilende Phasenverschiebung gegen $P_s = \varepsilon . \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}$ haben muß, so muß der Winkel $\mathfrak{A}\mathfrak{C}\mathfrak{B}$ stets ein spitzer sein, $\mathfrak{C}$ muß oberhalb der durch $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ gelegten unendlichen Geraden liegen, wenn wir annehmen, daß die Zeitlinie im Sinne der Uhrzeigerbewegung umläuft. $\mathfrak{C}$ kann demnach in der ganzen unendlichen Halbebene oberhalb der durch $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ gelegten Geraden mit Ausschluß der von dem Halbkreise über $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ umschlossenen Fläche liegen. Vertauschen Spule und Kondensator in Abb. 1 ihre Lage miteinander, so liegt $\mathfrak{C}$ unterhalb der durch $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ gelegten Geraden. Es handelt sich also um eine Aufgabe der besonders anschaulichen topographischen Methode, nämlich um die Bestimmung der Lage des Punktes $\mathfrak{C}$.

Das Dreieck $\mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{C}$ hat zwei bemerkenswerte Eigenschaften. Es ist nämlich

$$J = \omega C P_c = \omega C \varepsilon . \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}} = \imath . \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}}, \quad . \quad (3$$

worin $\omega = 2\pi\nu$ die Kreisfrequenz, ν die Frequenz, C die Kapazität des Kondensators,

$$\imath = \omega C \varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

das „Strommaß" bedeuten. Die Seite $\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}}$ ist demnach der Stromstärke proportional.

Ferner ist die von der Stromquelle abgegebene Leistung gleich

$$L = P J \cos\varphi,$$

oder mit (2) und (3)

$$L = P . \omega C \varepsilon \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}} . \cos\varphi = \omega C P \varepsilon \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}}, \quad (5$$

wenn $\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}}$ die Höhe des Dreiecks auf $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ ist.

[1]) O. Martienssen, „ETZ" 1910, S. 204; „Phys. Zeitschr." 1910, S. 448.
[2]) Vgl. „ETZ" 1914, S. 135.
[3]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 383; vgl. auch Diskussion im Elektrotechnischen Verein, „ETZ" 1916, S. 148 und 252.
[4]) „Archiv f. Elektrotechnik" 1915, Heft 12, S. 845.

Digitized by Google

Die von der Stromquelle gelieferte Leistung ist daher der Höhe $\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}}$ proportional, in Formel

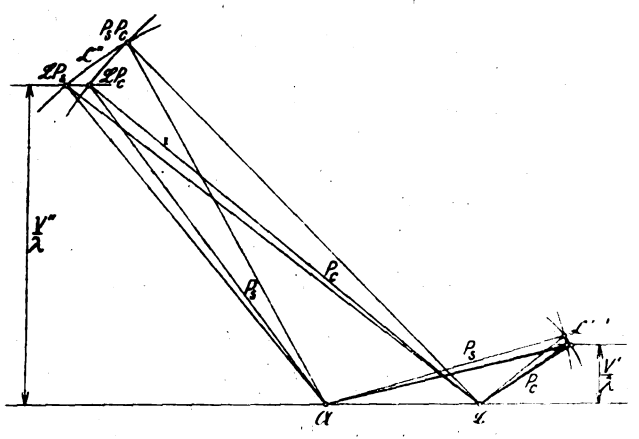
$$L = \lambda \,.\, \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

worin

$$\lambda = \omega\, C' P \varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

das „Leistungsmaß" ist. Dieser Satz bedarf einer Berichtigung, wenn Verluste im Kondensator auftreten. Wir wollen diese aber vernachlässigen und von der Berichtigung absehen.

Es fragt sich, wie weit diese beiden Sätze richtig sind, wenn die Größen nicht nach einem Sinusgesetz verlaufen, insbesondere, wenn die Induktionsspule einen Eisenkern enthält. Es sind deshalb in Abb. 3 die untere und die obere



$\varepsilon = 0$ Volt/mm, $\lambda = 9{,}85$ Watt/mm.

Abb. 3.

Lage des Punktes $\mathfrak{C}$ gezeichnet, die sich bei einem weiteren Versuch beiderseits des Sprunges bei 123,7 V mit $C = 42{,}23\ \mu$F Kapazität ergaben. Die Zahlen sind

P Volt	P_s Volt	P_c Volt	J Amp	V Watt
123,7	198	86	1,12	76,3
123,7	330	404	6,06	415

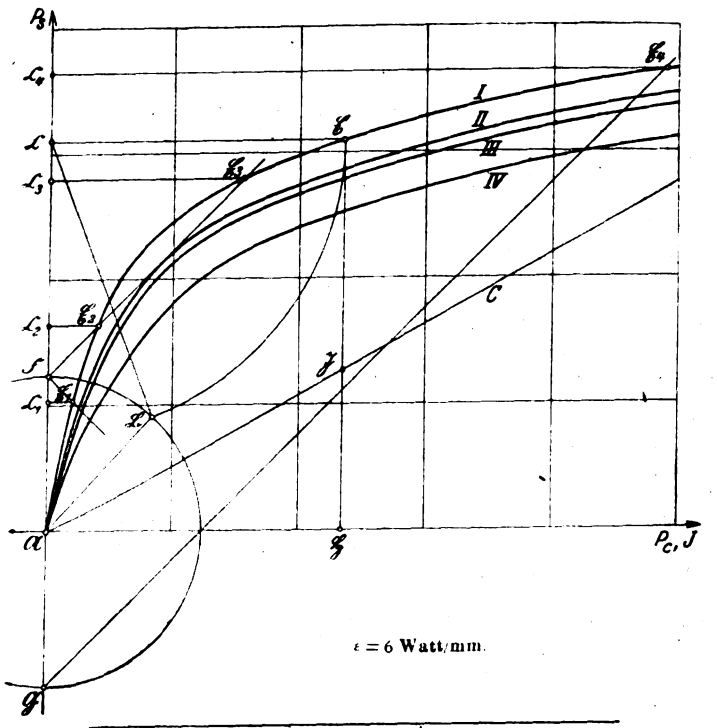
Wir können nämlich das Dreieck entweder aus den drei Seiten oder aus der Grundlinie $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$, der Seite $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}$ und der Höhe $\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}}$, oder aus der Grundlinie $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$, der Seite $\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{C}}$ und der Höhe $\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}}$ zeichnen. Wir wollen die Punkte mit $(P_s\, P_c)$, $(\mathfrak{P}\, P_s)$ und $(\mathfrak{P}\, P_c)$ bezeichnen. Der erste Punkt ergibt eine größere Höhe als die beiden anderen, aus dem Leistungsverbrauch gezeichneten. Für die Größe von P_s und P_c ergeben sich aber doch nur verhältnismäßig geringe Unterschiede. Wir können daher aus dem Leistungsverbrauch und einer der beiden Spannungen P_s und P_c die andere Spannung ziemlich genau bestimmen, nicht aber aus den beiden Spannungen mit derselben Genauigkeit den Leistungsverbrauch. Die aus den Spannungen gefundene Leistung verhält sich zu dem gemessenen Verbrauch beim unteren wie beim oberen Punkt $\mathfrak{C}$ etwa wie 116 : 100, ein Verhältnis, das auch in einer Anzahl anderer Fälle gefunden worden ist. Wenn man dagegen die Verluste, wie es z. B. Biermanns und Petersen tun, ganz vernachlässigt, so bedeutet das, daß man $\mathfrak{C}$ in allen Fällen in die durch $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ gelegte Gerade außerhalb von $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ verlegt. Die Ungenauigkeit ist in diesem Falle daher viel größer.

Die erörterten beiden Eigenschaften des Dreiecks $\mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{C}$ ermöglichen, die Lage des Punktes $\mathfrak{C}$ zu bestimmen, wenn P_s und P_c selbst nicht bekannt sind, dagegen die Beziehungen

$$P_s = f_1(P_c) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8$$

und $V = f_2(P_s)$ oder $V = f_3(P_c)$. . (9

gegeben sind. Da P proportional mit J ist, so ist die Beziehung (8.) durch die Magnetisierungskurve gegeben, die wir mit Hilfe von (8) leicht so zeichnen können, daß wir die Werte von P_c als Abszissen, die Werte von P_s als zugehörige Ordinaten in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eintragen. Für jeden Wert der Kapazität erhalten wir eine neue Magnetisierungskurve — stark ausgezogen in Abb. 4 — da ja das Strommaß ε nach (4) proportional mit C ist. Je größer C, desto größer ist ε, desto kleiner also die Strecke, die J darstellt. Die Magnetisierungskurven werden daher immer steiler, je größer die Kapazität gewählt wird. In dasselbe Koordinatensystem tragen wir gleich die Verlustkurve C ein, die dann der Beziehung $V = f_3(P_c)$ entspricht. Aus diesen Kurven können wir auch ohne weiteres zusammengehörige Werte von V und P_s entnehmen. Bemerkenswert ist, daß die Verlustkurve über J oder P_c aufgetragen, nur wenig von einer durch den Nullpunkt des Koordinatensystems gelegten Geraden abweicht. Es ist deswegen, obwohl zu jedem Wert der Kapazität eine andere Kurve gehört, in Abb. 4 nur eine einzige — schwach ausgezogen — gezeichnet, weil es schwer sein würde, die Kurven auseinanderzuhalten.



$\varepsilon = 6$ Watt/mm.

C μF	Magnetisierungskurven Nr.	ε Amp/mm	Leistungskurven Nr.	λ Watt/mm
63,0	I	0,1188	—	—
47,4	II	0,0893	—	—
42,2	III	0,0796	C	9,85
29,6	IV	0,0558	—	—

Abb. 4.

Aus der Magnetisierungskurve können wir nun leicht einen geometrischen Ort für $\mathfrak{C}$, u. zw. für den Punkt $(P_s\, P_c)$ gewinnen, indem wir, nachdem wir das Maß ε festgesetzt und danach $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ gezeichnet haben, mit je zwei zusammengehörigen Werten von $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}$ und $\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{C}} = \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{C}}$ ein Dreieck zeichnen. Aus der Verlustkurve können wir ferner zwei andere geometrische Örter gewinnen, indem wir ein Dreieck aus der Grundlinie $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$, je einer zweiten Seite, entweder $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}$ oder $\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{C}}$, und der Höhe $\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}} = V/\lambda$ zeichnen. Wir wollen den ersten geometrischen Ort die $P_s\, P_c$-Kurve, den zweiten die $V\, P_s$-, den dritten die $V\, P_c$-Kurve nennen. Da im Gleichgewichtszustande immer $L = V$ sein muß, so kennzeichnen die Schnittpunkte der geometrischen Örter miteinander Gleichgewichtszustände der Schaltung. Es ist nur noch die Frage, ob diese labil oder stabil sind.

In dem Falle, daß die Induktionsspule kein Eisen enthält, lassen sich P_s und P_c leicht berechnen. Es ist nämlich

$$P_s = \sqrt{R^2 + \omega^2 S^2}\, .\, J \quad . \quad . \quad . \quad (10$$

$$P_c = \frac{J}{\omega\, C} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11$$

und

$$J = \frac{P}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega\, C} - \omega\, S\right)^2}} \quad . \quad . \quad (12$$

Hierin bedeutet R den wahren Widerstand des Stromkreises, C die Kapazität, S die Selbstinduktivität.

Wir wollen aber auch für diesen Fall die geometrischen Örter bestimmen, um sie mit den entsprechenden des anderen Falles, in dem die Induktionsspule Eisen enthält, vergleichen zu können. Aus (10.) und (11.) folgt, daß

$$\frac{P_s}{P_c} = \omega\, C \,.\, \sqrt{R^2 + \omega^2 S^2} = c_1 \quad . \quad (13$$

eine Konstante ist, wenn die Kreisfrequenz ω unveränderlich bleibt. Führen wir rechtwinklige Koordinaten ein, indem wir den Nullpunkt mit $\mathfrak{A}$, die positive x-Achse mit der Richtung $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ zusammenfallen lassen und die positive y Achse nach oben gerichtet annehmen, so ist mit $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}} = a$

$$\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}} = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \overline{\mathfrak{B}\mathfrak{C}} = \sqrt{(a-x)^2 + y^2}. \quad (14$$

Daher $\sqrt{x^2 + y^2} = c_1 \sqrt{(a-x)^2 + y^2}$,

oder $x^2 + y^2 = c_1^2 (a-x)^2 + c_1^2 y^2$, . (15

woraus

$$(1 - c_1^2)\, x^2 + (1 - c_1^2)\, y^2 + 2\, c_1^2\, a\, x = c_1^2\, a^2$$

folgt. Dies ist die Gleichung eines Kreises. Verschiebt man den Nullpunkt um x_1 nach rechts, indem man

$$x = x_1 + \xi, \qquad y + \eta$$

setzt, so folgt mit

$$x_1 = -\frac{c_1^2\, a}{1 - c_1^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16$$

die Gleichung

$$\xi^2 + \eta^2 = r_1^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17$$

worin

$$r_1 = \frac{a\, c_1}{1 - c_1^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18$$

ist. Der Mittelpunkt $\mathfrak{M}_1$ des Kreises liegt also um x_1 von $\mathfrak{A}$ entfernt auf der durch $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ gelegten Geraden u. zw. nach rechts verschoben, wenn x_1 positiv ist, nach links verschoben, wenn x_1 negativ ist.

Man erhält die aus der Elektrizitätslehre bekannten Niveaukurven der elektrischen Feldstärke um zwei einander parallele entgegengesetzt gleich geladene geradlinige Leiter (Abb. 5).

Weiter bestehen die Verluste in unserem Falle nur in der Stromwärmeleistung $R\, J^2$. Da diese nach (6) gleich $\lambda \,.\, \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}}$ ist, so ist

Digitized by Google

$$\lambda \cdot \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}} = \frac{R\,\varepsilon^2\,\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}^2}{R^2+\omega^2 S^2}$$

oder
$$\lambda \cdot y = \frac{\varepsilon^2 R}{R^2+\omega^2 S^2}(x^2+y^2) \quad . \quad . \quad . \quad (19$$

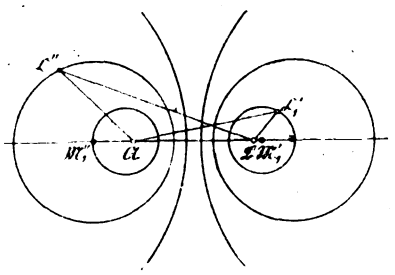


Abb. 5.

Mit

$$\frac{\lambda(R^2+\omega^2 S^2)}{\varepsilon^2 R} = \frac{\omega C P(R^2+\omega^2 S^2)}{\varepsilon R} = c_2 \quad . \quad (20$$

wird
$$c_2 y = x^2+y^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21$$

Wir setzen

$$x = \xi, \quad y = y_2+\eta$$

und erhalten mit

$$y_2 = \frac{c_2}{2} = \frac{\omega C P(R^2+\omega^2 S^2)}{2\varepsilon R}, \quad . \quad (22$$

$$\xi^2+\eta^2 = r_2^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23$$

worin
$$r_2 = y_2 = \frac{\omega C P(R^2+\omega^2 S^2)}{2\varepsilon R} \quad . \quad (24$$

ist. Der zweite geometrische Ort für $\mathfrak{C}$ ist daher ein Kreis mit dem Radius r_2 um den Mittelpunkt $\mathfrak{M}_2$ (Abb. 6) der, um den Abstand r_2 von $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ entfernt über $\mathfrak{A}$ liegt, also $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ in $\mathfrak{A}$ berührt. Ebenso muß der dritte geometrische Ort ein Kreis sein, dessen Mittelpunkt $\mathfrak{M}_3$ um r_3 von $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ entfernt über $\mathfrak{B}$ liegt, also $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ in $\mathfrak{B}$ berührt. Da nämlich $J = \omega C P_c$ ist, so können wir auch

$$\lambda \cdot \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}} = R\omega^2 C^2 P_c^2 = R\omega^2 C^2 \varepsilon^2 \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}}^2$$
$$= \varepsilon^2 \omega^2 C^2 R[(a-x)^2+y^2] \quad . \quad . \quad (25$$

setzen. Mit

$$\frac{\lambda}{\varepsilon^2\omega^2 C^2 R} = \frac{P}{\varepsilon\omega C R} = c_3 \quad . \quad . \quad . \quad (26$$

wird
$$c_3 y = (a-x)^2+y^2 \quad . \quad . \quad . \quad , \quad (27$$

Setzt man

$$x = \xi, \quad y = y_3+\eta,$$

so ergibt sich mit

$$y_3 = \frac{c_3}{2} = \frac{P}{2\varepsilon\omega C R} \quad . \quad . \quad . \quad (28$$

$$(a-\xi)^2+\eta^2 = r_3^2 \quad . \quad . \quad . \quad (29$$

worin
$$r_3 = \frac{c_3}{2} = \frac{P}{2\varepsilon\omega C R} \quad . \quad . \quad . \quad (30$$

ist.

In Abb. 6 sind die drei geometrischen Örter für den Fall gezeichnet, daß

P	= 100 Volt	ω	= 314 1/s
P_s	= 120 „	J	= 5,5 Amp
P_c	= 175 „	R	= 12 Ohm
ε	= 6 Volt/mm	S	= 0,058 Henry
λ	= 18,85 Watt/mm	C	= 100 . 10^{-6} Farad

ist. Es folgt daraus, daß

$r_1 = -14{,}67$ mm, $r_2 = 10{,}4$ mm
$r_1 = 21{,}43$ mm, $r_3 = 22{,}1$ mm.

Der zweite Schnittpunkt der drei Kreise kommt nicht in Frage, weil das Dreieck $\mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{C}$ bei $\mathfrak{C}$ einen spitzen Winkel haben muß.

Um die geometrischen Örter in dem zweiten Fall, in dem die Spule einen Eisenkern enthält, zu zeichnen, wurden die in Abb. 4 dargestellten Kurven der Magnetisierung und der Verluste des gesamten Stromkreises benutzt. Die stark ausgezogenen Magnetisierungskurven I bis IV beziehen sich der Reihe nach auf vorgeschaltete Kondensatoren von 68,0; 47,4; 42,23 und 29,6 μF. Die Kurve für 42,23 μF ist unmittelbar durch den Versuch bei möglichst gut geschlossenem Eisenkreis

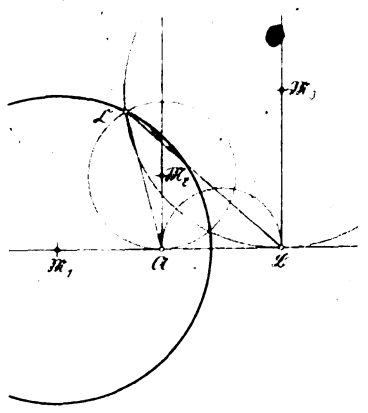


Abb. 6.

aufgenommen, die übrigen sind aus dieser abgeleitet. Die ohne vorgeschalteten Kondensator aufgenommene Magnetisierungskurve, die nicht mit eingetragen ist, liegt höher, als die mit Kondensator aufgenommene, jedoch fallen beide Kurven bis etwa zum Knie fast völlig zusammen. Zur Zeichnung der geometrischen Örter wurde die mit 42,23 μF vorgeschalteter Kapazität aufgenommene Kurve benutzt. Die schwach ausgezogene Verlustkurve C bezieht sich auf den Stromkreis mit 42,23 μF Kapazität und enthält auch die geringen im Kondensator auftretenden Verluste. Diese Kurve ist zu Anfang etwas konkav nach oben gekrümmt, in ihrem weiteren Verlauf fast geradlinig, wie schon vorher bemerkt. Wäre sie eine durch den Nullpunkt des Koordinatensystems gehende Gerade, so würde sich ihre Lage nicht ändern, wenn die Kapazität geändert würde, denn die Maße ε und λ sind beide C proportional, ihr Verhältnis ist daher von C unabhängig. Bei der geringen Abweichung der Kurve von einer solchen Geraden weichen daher die zu verschiedenen Kapazitäten gehörigen Kurven nur wenig voneinander ab. Es wurde deshalb davon abgesehen, noch andere Kurven einzuzeichnen. Das Ordinatenmaß λ der Verlustkurve ist der Spannung P proportional; diese wurde zu 123,7 V gewählt, da beim Überschreiten dieser Spannung gerade das Überkippen vom unteren zum oberen Gleichgewichtspunkt eintrat. Man kann aber auch jede andere Spannung zugrunde legen.

zeichnet. Es sind auch hier vier $P_s P_c$-Kurven gezeichnet — die stark ausgezogenen und mit I bis IV bezeichneten — ferner drei VP_c-Kurven — die schwach ausgezogenen und mit 1,3 und 4 bezeichneten — und eine VP_c-Kurve — schwach ausgezogen und mit C bezeichnet, weil sich die übrigen ai genähert mit ihr decken würden. Die Kurven beziehen sich der Reihe nach auf 68,0, 47,4, 42,2 und 29,6 μF.

Aus den Magnetisierungskurven ergeben sich die $P_s P_c$-Kurven. Wenn

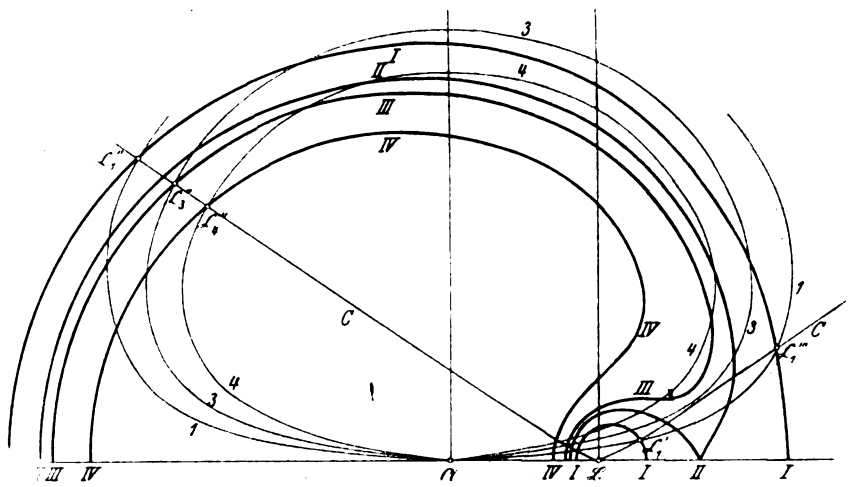
$$\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}} + \overline{\mathfrak{B}\mathfrak{C}} < \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$$

oder
$$\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{C}} > \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}} + \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}$$

oder
$$\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{C}} < \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}} - \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$$

ist, kommt kein Schnittpunkt $\mathfrak{C}$ zustande. Wann dies eintritt, erkennen wir leicht aus Abb. 4. Wir brauchen nur um den Koordinatenanfangspunkt $\mathfrak{A}$ einen Kreis mit dem Halbmesser $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ zu schlagen, den Grundkreis, der die Ordinatenachse in den Punkten $\mathfrak{F}$ und $\mathfrak{G}$ schneiden möge. Wird eine Magnetisierungskurve von den drei unter 45° gegen die Ordinatenachse durch $\mathfrak{F}$ und $\mathfrak{G}$ gezogenen Geraden in $\mathfrak{E}_1$, $\mathfrak{E}_2$ $\mathfrak{E}_3$ und $\mathfrak{E}_4$ geschnitten, so ist nur dann ein Schnittpunkt $\mathfrak{C}$ vorhanden, wenn $\mathfrak{E}$ entweder zwischen $\mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{E}_2$ oder zwischen $\mathfrak{E}_3$ und $\mathfrak{E}_4$ liegt. Denn wir haben nur den Schnittpunkt $\mathfrak{B}$ eines Kreisbogens mit dem Halbmesser $\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{E}}$ um $\mathfrak{C}$ mit dem Grundkreis zu suchen, um das Dreieck $\mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{C}$ zu erhalten. Sind vier Schnittpunkte $\mathfrak{E}_1$, $\mathfrak{E}_2$, $\mathfrak{E}_3$, $\mathfrak{E}_4$ vorhanden, so zerfällt der geometrische Ort in die beiden voneinander getrennten Äste I in Abb. 7. Berührt die durch $\mathfrak{F}$ nach rechts oben gezogene Gerade die Magnetisierungskurve wie bei Kurve II in Abb. 4, so stoßen die beiden Äste des geometrischen Ortes in einem Punkt auf der durch $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ gelegten Geraden, Abb. 7, zusammen; trifft jene Gerade die Magnetisierungskurve wie bei Kurve III und IV in Abb. 4 überhaupt nicht, so gehen die beiden Äste durch einen Bogen ineinander über, und wir erhalten die Kurven III und IV der Abb. 7. Der kleine Ast I hat noch nahezu die Gestalt eines Halbkreises, wie die Kurven in Abb. 5.

Aus Abb. 4 können wir noch einen wichtigen Schluß ziehen. Der kleinere Wert von $P_s = \varepsilon \cdot \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}$ muß zwischen $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{F}}$ und $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}_3}$ liegen, weil ein stumpfer Winkel bei $\mathfrak{C}$ unmöglich ist, der größere Wert muß zwischen $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}$ und $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}_4}$ liegen, also jedenfalls kleiner als $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}_4}$ sein.



$\varepsilon = 6$ Volt/mm, $\lambda = \omega C P \varepsilon = 0{,}233 \cdot C$ Watt/mm.

C μF	λ Watt/mm	$P_s P_c$-Kurven	VP_s-Kurven	VP_c-Kurven
68,0	14,68	I	1	—
47,4	11,03	II	—	—
42,2	9,85	III	3	C
29,6	6,90	IV	4	—

Abb. 7.

Mit Hilfe dieser beiden Kurven wurden nun die drei geometrischen Örter in Abb. 7 für dieselbe Grundspannung $P = 123{,}7$ V ge-

Wir sind also imstande, den Grenzwert anzugeben, über den die Spannung P_s auf keinen Fall anwachsen kann. Da die bei Vorschaltung

Digitized by Google

von Kapazität aufgenommene Kurve tiefer liegt als die Kurve, die ohne vorgeschalteten Kondensator aufgenommen wurde, so hat man, wenn man letztere der Konstruktion zugrunde legt, auf alle Fälle den oberen Grenzwert, den die Spannung P_s nicht völlig erreichen kann.

Die VP_s-Kurven liegen symmetrisch zu der in $\mathfrak{A}$ auf $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ gezogenen Senkrechten. Die drei gezeichneten Kurven 1, 3 und 4 gehören zu den $P_c P_s$-Kurven I, III und IV derselben Abb. 7. Je größer die Kapazität, um so größer ist die von diesen Kurven umschlossene Fläche. Von den VP_c-Kurven ist nur eine einzige, u. zw. die für $C = 42{,}23\ \mu F$ eingezeichnet. Sie besteht aus zwei nahezu geradlinigen Ästen, die sich wahrscheinlich im weiteren Verlaufe gegeneinander umbiegen und eine geschlossene Kurve bilden. Doch reichte die Aufnahme der Magnetisierungs- und der Verlustkurve (Abb. 4) nicht weit genug, um dies festzustellen. Die übrigen Kurven wurden weggelassen, da es kaum möglich sein würde, sie gesondert in derselben Abbildung darzustellen. Man sieht, daß sowohl die VP_s-Kurven wie ganz besonders die VP_c-Kurven sehr weit von der Kreisform abweichen.

Die Kurven I, 1 und C in Abb. 7 schneiden sich in drei Punkten, in $\mathfrak{C}_1'$, $\mathfrak{C}_1''$ und $\mathfrak{C}_1'''$. Von diesen Punkten bedeuten aber nur $\mathfrak{C}_1'$ und $\mathfrak{C}_1''$ stabile Gleichgewichtszustände[1]). Denn man erkennt leicht, daß $\mathfrak{C}_1'$ und $\mathfrak{C}_1''$ sich beim Wachsen der Stromstärke auf der stark ausgezogenen $P_s P_c$-Kurve nach der durch $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ gelegten Geraden hin bewegen, mithin die Leistung kleiner wird. Da aber zu einer Verstärkung der Magnetisierung eine Vergrößerung der von der Stromquelle gelieferten Leistung erforderlich ist, kann die Verstärkung des Stromes nicht dauernd bestehen bleiben, sondern muß wieder verschwinden. Umgekehrt vergrößert sich die zur Verfügung stehende Leistung, wenn die Stromstärke abnimmt. Demnach kennzeichnen $\mathfrak{C}_1'$ und $\mathfrak{C}_1''$ stabile Gleichgewichtszustände. Wenn von dem Gleichgewichtszustande, der durch $\mathfrak{C}_1'''$ gekennzeichnet ist, aus die Stromstärke zunimmt, so bewegt sich zwar $\mathfrak{C}_1'''$ von $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ weg und die zur Verfügung gestellte Leistung wird größer, wie es sein muß, um der erhöhten Magnetisierung zu genügen. Sie wächst aber stärker als erforderlich ist. Denn schlägt man mit einem Halbmesser, der etwas größer als $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}_1'''}$ ist, um $\mathfrak{A}$ einen Kreisbogen, so liegt der Schnittpunkt mit der $P_s P_c$-Kurve weiter von $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ entfernt, als der Schnittpunkt mit der VP_s-Kurve. Es steht also zu viel Leistung zur Verfügung, und die Folge ist, daß die Magnetisierung weiter wachsen muß, bis die durch $\mathfrak{C}_1''$ gekennzeichnete Lage erreicht ist. Wenn die Stromstärke aber abnimmt, so tritt das Umgekehrte ein, und die Magnetisierung muß weiter abnehmen, bis die durch $\mathfrak{C}_1'$ gekennzeichnete Lage erreicht ist. Wir haben also in diesem Falle zwei stabile Gleichgewichtslagen.

Den Kurven II und 2 entsprechen keine Messungen. Sie sind nur gezeichnet, um den Grenzfall zu zeigen, in dem die beiden Äste der $P_s P_c$-Kurve gerade in der Verlängerung von $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ zusammentreffen. Die Kurven III und 3 entsprechen dem Fall, bei dem der Übergang in die oberen Werte eintrat. In Abb. 7 haben die Kurven rechts von der Senkrechten auf $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ in $\mathfrak{B}$ keinen Punkt mehr miteinander gemein, ebensowenig die VP_s- und die VP_c-Kurve weder mit der $P_s P_c$-Kurve noch miteinander. Dies erklärt sich aus der früher besprochenen Tatsache, daß die aus dem Leistungsverbrauch gezeichneten Lagen von $\mathfrak{C}$ (vgl. Abb. 3) tiefer liegen als die mit den Spannungen gezeichneten. Die Kurve IV ergibt vollends nur die obere Gleichgewichtslage bei $\mathfrak{C}_4$. Entnimmt man Abb. 7 die den Gleichgewichtslagen zugehörigen Werte von P_s und P_c, so ergibt sich Zahlentafel 2.

hat zur Folge, daß bei demselben P_s die Werte P_c bedeutend vergrößert werden. Dies bedeutet, daß die Gestalt der $P_s P_c$-Kurven eine Veränderung in dem Sinne von der Form I nach der Form IV (Abb. 7) erleiden. Der Luftspalt wirkt also auf die Gestalt der $P_s P_c$-Kurven wie eine Verkleinerung der Kapazität. Um dies Verhalten genauer zu untersuchen, wurden die Magnetisierungs- und die Verlustkurve bei zwei Luftspalten von je 2 mm Länge an derselben Spule aufgenommen, während ihr 83,8 μF Kapazität vorgeschaltet waren, und in Abb. 8 eingetragen. Daraus sind die $P_s P_c$- und die VP_s-Kurven konstruiert und in Abb. 9 dargestellt. Bei allen diesen Kurven ist nur die obere Gleichgewichtslage vorhanden[1]). Entnimmt man aus ihnen die Werte von P_s und P_c, so erhält man die Zahlentafel 3.

Die Abweichungen sind in der Tat sehr gering und liegen innerhalb der Meß- und Zeichenfehler.

Aus dem Diagramm können wir nun auch leicht ersehen, wie die einzelnen Größen des Stromkreises wirken, und welchen Einfluß ihre Veränderung insbesondere auf das Überkippen von der einen in die andere Gleichgewichtslage hat. Es ist dafür immer im Auge zu behalten, daß die Strecken, durch die P_c dargestellt wird, der Größe $\frac{J}{\omega C}$, und die Strecken, durch die die Verluste dargestellt werden, der Größe $\frac{V}{\omega C P}$ proportional sind.

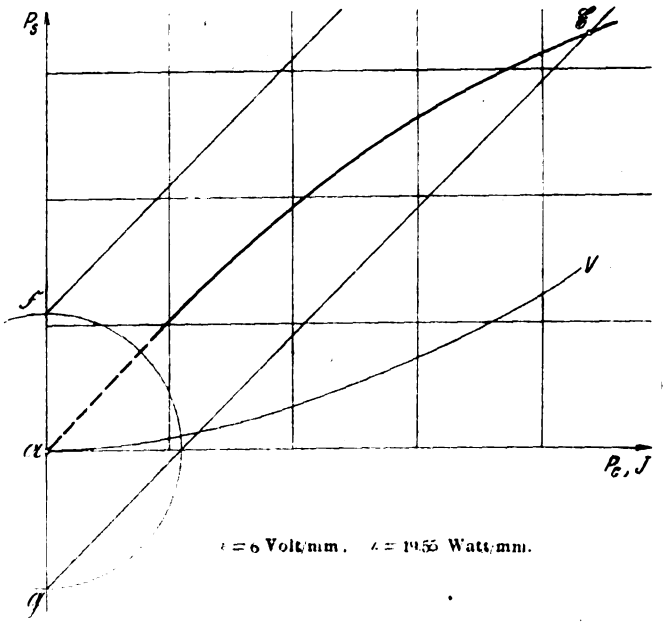
In Abb. 4 ist

$$\frac{\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{C}}}{\overline{\mathfrak{C}\mathfrak{E}}} = \frac{P_s}{P_c} = \frac{P_s}{\left(\frac{J}{\omega C}\right)} = \omega C \frac{P_s}{J} \quad . \quad (31$$

Zahlentafel 2.

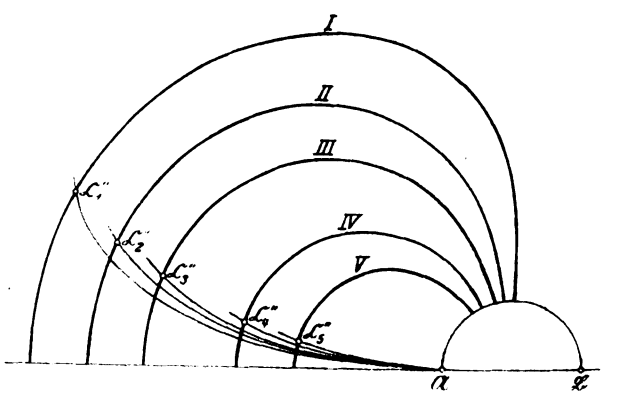
Kurve Nr.	C in μF	P_s in Volt: aus dem Diagramm	P_s in Volt: gemessen	Abweichung: in Volt	Abweichung: in %	P_c in Volt: aus dem Diagramm	P_c in Volt: gemessen	Abweichung: in Volt	Abweichung: in %
I	63,0	158	156	— 2	— 1,3	38,4	37,6	— 0,8	— 2,1
		359,5	368	+ 8,5	+ 2,3	456	440	— 16	— 3,6
III	42.2	323,5	330	+ 6,5	+ 2,0	419	404	— 15	— 3,7
IV	29,6	291,5	299	+ 8,5	+ 2,8	386,8	383	— 3,8	— 1,0

Sobald man eine Luftstrecke in den Eisenkreis der Induktionsspule bringt, steigt die Stromstärke bedeutend. Die Stromkomponente, die zur Durchmagnetisierung der Luft dient, muß aber, da die Luft keine Hysterese besitzt, in jedem Augenblick dem Induktionsfluß proportional sein, und dieser muß nach einem Sinusgesetz verlaufen, wenn die induzierte elektromotorische Kraft sinusförmig verläuft. Die Stromkurve wird daher, wenn die Spannung sinusförmig verläuft, viel weniger verzerrt, sobald ein Luftspalt vorhanden ist. Man kann daher erwarten, daß das Diagramm in diesem Falle das Verhalten noch genauer darstellt, als in dem Falle des eisengeschlossenen Kreises. Das Anwachsen der Stromstärke hat zur Folge, daß die Magnetisierungskurven steiler werden, wenn entweder die Selbstinduktivität größer wird — P_s/J wächst —, oder wenn die Kreisfrequenz ω oder die Kapazität C zunimmt.



$v = 6$ Volt/mm, $\lambda = 19{,}55$ Watt/mm.

Abb. 8.



$v = 6$ Volt/mm, $\lambda = 0{,}233 \cdot C$ Watt/mm.

C μF	λ Watt/mm	$P_s P_c$-Kurven	VP_s-Kurven
83,8	19,55	I	1
71,4	16,62	II	2
63,0	14,68	III	3
50,6	11,80	IV	4
42,2	9,85	V	5

Abb. 9.

[1]) In der vorhererwähnten Diskussion „ETZ" 1916, S. 148 und 252, ist viel von einem dritten Gleichgewichtszustand die Rede, den Herr Petersen beobachtet hat. Dieser ergibt sich meines Erachtens am einfachsten aus seiner in der „ETZ" 1915, S. 353 formulierten Ersatzschaltung, Fall 2, Abb. 4, der nur kapazitive Belastung enthält. Der Fall scheidet daher hier aus.

[1]) Auch die von Herrn Heinke, „ETZ" 1907, S. 61 mitgeteilten, bei Verwendung eines Swinburneschen, also magnetisch offenen Transformators beobachteten Werte gehören offenbar alle dem oberen Gleichgewichtszustande an.

Digitized by Google

Zahlentafel 8.

Kurve Nr.	C in µF	P_s in Volt aus dem Diagramm	P_s in Volt gemessen	Abweichung gemessen minus gezeichnet	Abweichung %	P_c in Volt aus dem Diagramm	P_c in Volt gemessen	Abweichung gemessen minus gezeichnet	Abweichung %
I	83,8	318	323	+ 5	1,5	417	425	+ 8	1,9
II	71,4	274	276	+ 2	0,7	378	381	+ 3	0,8
III	63,0	232	233	+ 1	0,4	338	338	0	0
IV	50,6	159	160	+ 1	0,6	267	268	+ 1	0,4
V	42,2	114	115	+ 1	0,9	222	224	+ 2	0,9

Dies bedeutet, daß die durch $\mathfrak{F}$ unter 45° gegen die Koordinatenachsen nach rechts oben gelegte Gerade mehr und mehr zum Schnitt mit den Magnetisierungskurven kommt. Demnach wandelt sich die Gestalt der $P_s P_c$ Kurve in Abb. 7 in dem Sinne von Kurve IV zu Kurve I um. Damit wird aber die untere Gleichgewichtslage stabiler. Eine Verringerung der Selbstinduktivität, der Kapazität oder der Frequenz führt daher schließlich zum Überkippen in den oberen Gleichgewichtszustand. Bei den Versuchen wurde hiervon Gebrauch gemacht, indem das Überkippen durch Herstellung eines Luftspaltes im Eisenkern oder durch Verringerung der Kapazität veranlaßt wurde.

In Abb. 4 ist ferner

$$\frac{\overline{\mathfrak{H}\mathfrak{F}}}{\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{H}}} = \frac{\left(\frac{V}{\lambda}\right)}{\left(\frac{P_c}{\varepsilon}\right)} = \frac{V}{I_c}\cdot\frac{\varepsilon}{\lambda} = \frac{V}{P_c}\cdot\frac{1}{\omega C P} = \frac{V}{JP}. \quad (32$$

Die Verlustkurve wird demnach steiler, wenn entweder die Verluste wachsen — V/J wächst — oder wenn die Spannung P verringert wird. In Abb. 7 werden dann die Äste der von $\mathfrak{B}$ ausgehenden VP_c Kurve steiler und schließen sich in der in $\mathfrak{B}$ auf $\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}}$ errichteten Senkrechten zusammen, sobald $\overline{\mathfrak{H}\mathfrak{F}} = \overline{\mathfrak{A}\mathfrak{H}}$ wird. Ziehen wir also in Abb. 4 durch $\mathfrak{A}$ unter 45° Neigung gegen die Koordinatenachse eine Gerade nach rechts oben, so gibt ihr Schnittpunkt mit der Verlustkurve in seiner Ordinate zugleich den Scheitelpunkt der VP_c-Kurve in Abb. 7. Dieser rückt um so tiefer, je steiler die Verlustkurve in Abb. 4 verläuft. Wir erhalten also für die VP_c Kurven in Abb. 7 geschlossene Kurven, die eine um so geringere Fläche umschließen, je größer die Verluste sind, oder je kleiner P gewählt wird. Die Vergrößerung der Verluste, etwa durch Vergrößerung des Ohmschen Widerstandes R oder die Verkleinerung der Spannung P rückt daher den oberen Gleichgewichtspunkt $\mathfrak{C}''$ in Abb. 7 weiter nach rechts und kann dahin führen, daß er gar nicht mehr vorhanden ist. Wir erkennen dies deutlich an Zahlentafel 1. Nachdem der obere Gleichgewichtszustand erreicht ist, kann die Spannung bis auf 77,5 V ermäßigt werden. Dann kippt die Schaltung auf den unteren Gleichgewichtszustand zurück. Dabei wird das Verhältnis P_s/P_c immer größer, so daß schließlich der Punkt $\mathfrak{C}''$ etwa gerade oberhalb $\mathfrak{B}$ liegt. Anderseits hat das Anwachsen der Spannung P zur Folge, daß Punkt $\mathfrak{F}$ in Abb. 4 nach oben rückt, also die durch $\mathfrak{F}$ nach rechts oben gelegte Gerade schließlich die Magnetisierungskurven nicht mehr schneidet. Für die $P_s P_c$-Kurven in Abb. 7 bedeutet dies, daß sich ihre Gestalt in dem Sinne von Kurve I zu Kurve IV wandelt. Dadurch wird schließlich die untere Gleichgewichtslage unmöglich, und die Schaltung springt in die obere Gleichgewichtslage.

Die geometrischen Örter geben uns somit über alle Fragen in anschaulicher Weise Auskunft. Bemerkenswert ist, daß der untere Teil der Magnetisierungskurve bis zum Knie unverändert bleibt, auch wenn man eine bedeutende Kapazität einschaltet. Man kann daher die untere Gleichgewichtslage aus der ohne Vorschaltung von Kondensatoren aufgenommenen Magnetisierungskurve mit einem recht hohen Maße von Genauigkeit feststellen und sich jedenfalls ein sicheres Urteil darüber verschaffen, ob man sich in dem Gebiet befindet, wo ein Überkippen leicht möglich ist, oder nicht.

Die mitgeteilten Versuche sind größtenteils von Herrn Dipl.-Ing. Kleber im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule zu Dresden angestellt worden. Ihm verdanke ich auch die Aufzeichnung der aus den Versuchsergebnissen dargestellten geometrischen Örter.

Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen.

Von Dipl.-Ing. Herm. Bussmann, Essen.

Schluß von S. 94

Der einfache Sinus- oder Leerzähler.

Der Sinuszähler ist im Prinzip ein normaler Wattstundenzähler, bei dem die Spannungsspulen an bestimmte Phasen des Netzes angeschlossen und durch vorgeschaltete induktionsfreie Widerstände so abgeglichen sind, daß die Phasendifferenz zwischen Spannungsfeld und Spannung statt 90° nur 60° beträgt. Ein solcher Zähler ist in Abb. 6 und 7 nach Schaltung und Diagramm dargestellt. Er zeigt die gesamte Leerarbeit $e \cdot i \cdot \sin\varphi\, t$ bei beliebiger Belastung und jedem Leistungsfaktor richtig an und kann als Einfach-, Doppel-, Maximum- oder sonstiger Tarifzähler ausgebildet werden, wobei jedoch zu beachten ist, daß

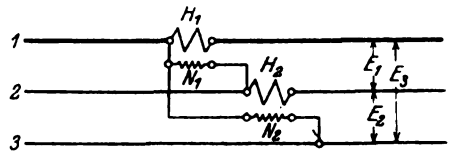


Abb. 6. Schaltbild eines Sinuszählers für ungleich belastete Phasen.

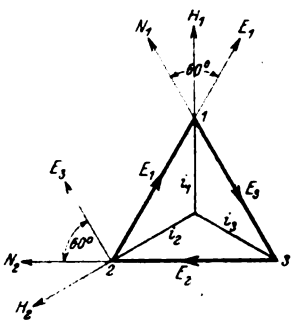


Abb. 7. Diagramm eines Sinuszählers.

der Anker bei voreilendem Strom seine Drehrichtung wechselt. Die Differenz zwischen den Angaben eines gewöhnlichen Wattstunden- und eines solchen Leerzählers kann dann als Fehlmenge oder Überschuß während einer Ableseperiode mit einem entsprechenden Aufschlag oder Abzug in Rechnung gestellt werden.

Eine Beglaubigung dieser Zähler und Zulassung zur Systemprüfung seitens der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt dürfte mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der Arbeitsmessung unter Berücksichtigung des Leistungsfaktors wohl zu erreichen sein, zumal da bei Erlaß des Gesetzes über die gewerbliche Abgabe von Elektrizität noch kein Bedürfnis vorlag, die Größe $e \cdot i \cdot \sin\varphi \cdot t$ bei Arbeitsabgabe in Anrechnung zu bringen. Anderseits können gegen die Verwendung der Sinuszähler rechtliche Bedenken wohl ebenso wenig erhoben werden, wie beispielsweise gegen die seit langem gebräuchlichen Selbstverkäufer, Pauschalapparate und Maximumzähler.

Am einfachsten läßt sich ein Leerzähler für Versuchszwecke mit einem gewöhnlichen Einphasen-Wechselstromzähler herstellen, indem die Stromspule an eine Phase und die Spannungsspule an die beiden anderen Phasen angeschlossen werden[1]).

Die Angaben eines solchen Zählers mit $\sqrt{3}$ multipliziert, ergeben dann bei gleich belasteten Phasen die gesamte Leerarbeit.

Das Mittel aus zwei solchen an verschiedenen Phasen eingebauten Zählern ergibt auch bei ungleich belasteten Phasen die genaue Zahl der Leerkilowattstunden.

Für reine Abnehmer, d. h. solche, die lediglich Strom beziehen, bei denen also nur nacheilender Strom in Frage kommt, ist der vorstehende Zähler ohne weiteres verwendbar. Bei parallel arbeitenden Werken kann dagegen, wie oben gezeigt, auch voreilender Strom, sowie Hin- und Rücklieferung auftreten, so daß hierfür besondere Zählerschaltungen und Einrichtungen notwendig werden.

Der Leerzähler für parallelarbeitende Kraftwerke.

Der gelieferte voreilende Strom wirkt, wie Abb. 5 unschwer erkennen läßt, außerordentlich ungünstig auf die Phasenverschiebung des beziehenden Werkes ein. Es ist daher notwendig, die voreilende wattlose Arbeit als Fehlmenge in Anrechnung zu bringen. Der Leerzähler macht dies nun ganz von selbst, denn seine Drehrichtung kehrt sich, wie schon erwähnt, bei Voreilung um.

Soll dagegen eine getrennte Messung nach vor- und nacheilendem Strom vorgenommen werden, so ist entweder die Verwendung zweier Leerzähler in Gegenschaltung mit Rücklaufhemmungen oder eines Zählers mit zwei getrennten Zählwerken notwendig.

Da nun weiterhin bei parallelarbeitenden Werken mit Hin- und Rücklieferung gerechnet werden muß, sind die oben genannten Leerzähler bei Umkehr der Stromrichtung außer Tätigkeit zu setzen und für die Rücklieferung besondere Zähler zu verwenden. Die Abschaltung bei Umkehr der Stromrichtung kann durch ein Rückstromrelais, das die Ausschaltung der Spannungsspulen der Leer-Zähler bewirkt, vorgenommen werden.

Es ist somit, genau wie bei den eingangs geschilderten reinen Abnehmern, in einwandfreier Weise möglich, auch die Verbrauchsmessung bei parallelarbeitenden Kraftwerken in Abhängigkeit von der Güte der Phasenverschiebung vorzunehmen.

Neben dem gewöhnlichen Wattstundenzähler sind bei Hin- und Rücklieferung und vor- und nacheilendem Strom insgesamt 4 Leerzähler und 2 Rückstromrelais erforderlich, so daß sich die in Abb. 8 dargestellte Schaltung ergibt.

In den meisten Fällen wird sich die Zahl der Zähler auf die Hälfte vermindern lassen, da ständig abwechselnde Hin- und Rücklieferung nur ganz selten vorkommen dürfte.

Die jeweils herrschende Phasenverschiebung läßt sich ebenfalls aus den Angaben des Wattstundenzählers und des Leerzählers errechnen. Bei gleicher Konstante der beiden Zähler ist der Quotient aus der Umdrehungszahl des Leerzählers und des Wattstundenzählers gleich der Tangente φ, so daß die Größe des Winkels φ aus der Zusammenstellung der Tangentenwerte entnommen werden kann.

Man ist also mit der geschilderten Schaltung in der Lage, jederzeit festzustellen, ob

[1]) „ETZ" 1915, S. 507; D. R.-P. 247821 (Strelow).

Digitized by Google

die einzelnen Maschinen der parallelarbeitenden Werke richtig erregt sind bzw. ob den gesamten Arbeitskilowattstunden entsprechend auch hinreichende Leerkilowattstunden geliefert werden, d. h. die Phasenverschiebung richtig eingehalten wird.

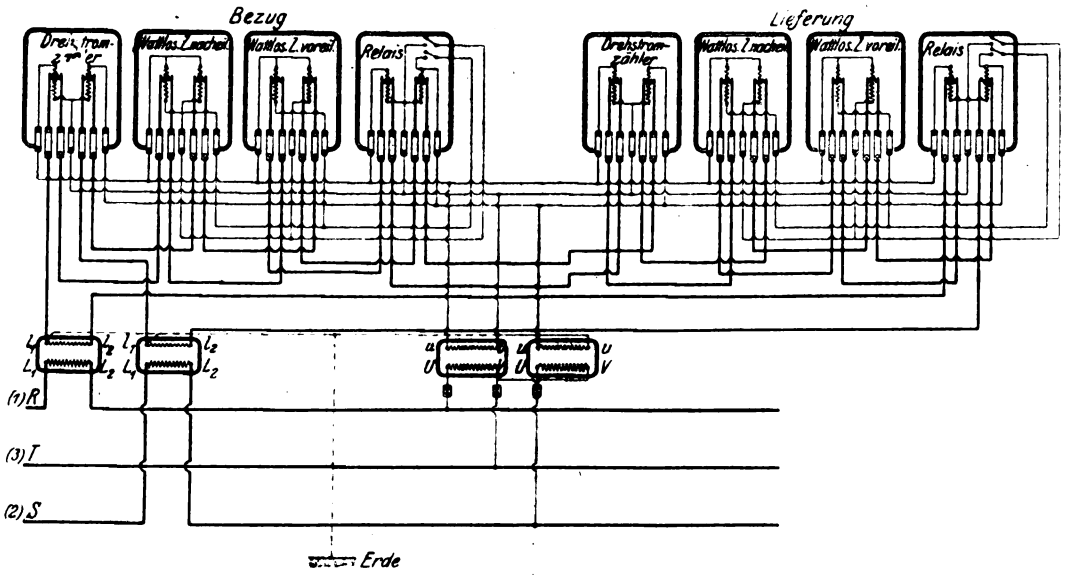


Abb. 8. Gesamtschaltbild einer Zählermeßgruppe mit Sinuszählern für gegenseitige Belieferung.

Aus der Tangente des Winkels φ läßt sich auch bestimmen, wie viel Leerkilowattstunden in Prozent der Arbeitskilowattstunden den verschiedenen Phasenverschiebungen entsprechen. Zahlentafel 1 zeigt diese Werte von $\cos\varphi = 1$ bis $\cos\varphi = 0{,}1$. Demgemäß kann auch je nach der gewünschten Phasenverschiebung die Tarifbildung vorgenommen werden. So zum Beispiel müssen

bei $\cos\varphi = 0{,}8 \sim 75\%$
„ $\cos\varphi = 0{,}7 \sim 100\%$
„ $\cos\varphi = 0{,}6 \sim 133\%$

der Arbeitskilowattstunden an Leerkilowattstunden geliefert werden.

Zahlentafel 1.

cos	Winkel	Arbeitskilowattstunden	Leerkilowattstunden in % der Arbeitskilowattstunden
1,0	0	100	0
0,9	25° 50′	100	48
0,8	37°	100	75
0,7	45° 34′	100	102
0,6	53° 10′	100	133
0,5	60°	100	173
0,4	66° 25′	100	229
0,3	72° 30′	100	317
0,2	78° 25′	100	487
0,1	84° 15′	100	983

In welcher Weise von diesen Zählerausführungen praktisch Gebrauch gemacht wird, zeigen nachfolgende als Beispiele angeführten RWE-Tarife.

Sinustarif für reine Abnahme.

Das RWE hat auf Grund dieser Zähleranordnung nachfolgende Ergänzung seiner Stromlieferungsbedingungen für Großabnehmer ohne eigene Stromerzeugungsanlagen vorgenommen.

„Der Abnehmer hat Vorkehrungen zu treffen, daß die elektrische Arbeit im Monatsmittel mit einer nicht ungünstigeren Phasenverschiebung als $\cos\varphi = 0{,}8$ entnommen wird. Es werden deshalb außer den Zählern für Wattstrom auch solche für wattlosen Strom eingebaut, deren Monatsangaben 75% der Monatsangaben der Arbeitsstromzähler betragen müssen, wenn die elektrische Arbeit im Monatsmittel mit $\cos\varphi = 0{,}8$ entnommen wurde. Für die bis zu 75% der Arbeitskilowattstunde betragende Fehlmenge an Leerkilowattstunden vergütet das RWE dem Abnehmer ¼ Pf/kWh. Für die 75% der Arbeitskilowattstunden übersteigende Menge von Leerkilowattstunden zahlt der Abnehmer dem RWE einen Zuschlag von ½ Pf/kWh."

Zu beachten ist, daß bei diesem einfachen Sinuszähler nur die jeweiligen am Schluß der Meßzeit vorhandenen Fehl- oder Überschußmengen zu verschiedenen Preisen berechnet werden können, da die während der Meßzeit sich ausgleichenden Überschuß- und Fehlmengen nicht angezeigt werden. Es läßt sich jedoch, wie später noch erläutert wird, auch eine getrennte Messung der während einer beliebigen Zeit vorhandenen Fehl- und Überschußmengen ermöglichen.

Sinustarif für gegenseitige Belieferung.

Bei Gegenseitigkeitsverträgen hat das RWE nachstehende Bestimmungen vorgesehen:

„Die Firma hat Vorkehrungen zu treffen, daß beim Parallelbetrieb die Lieferung der elektrischen Arbeit im Monatsmittel mit einer Phasenverschiebung zwischen Spannung und nacheilendem Strom von $\cos\varphi$ höchstens $= 0{,}7$ erfolgt. Es werden deshalb außer den Zählern für Wattstrom auch solche für wattlosen Strom, u. zw. je einer für voreilenden und nacheilenden Strom eingebaut. Die Monatsangaben des nacheilenden Leerkilowattstunden-Zählers vermindert um die Monatsangaben des voreilenden Leerkilowattstunden-Zählers müssen nun + 100% der Monatsangaben der Arbeitsstromzähler betragen, wenn die elektrische Arbeit im Monatsmittel mit $\cos\varphi = 0{,}7$ geliefert wurde.

Das RWE zahlt dem Lieferer für die 100% der Arbeitskilowattstunden übersteigenden Mehrmengen an Leerkilowattstunden bis zu 200% der Arbeitskilowattstunden ¼ Pf je kWh, und umgekehrt hat der Lieferer für die bis zu 100% der Arbeitskilowattstunden betragenden Fehlmengen an Leerkilowattstunden ½ Pf/kWh an das RWE zu zahlen.

Anderseits erhält der Abnehmer bei Bezug elektrischer Arbeit für die bis 100% der Arbeitskilowattstunden betragende Fehlmenge an Leerkilowattstunden ¼ Pf je Kilowattstunde. Für die 100% der Arbeitskilowattstunden übersteigende Menge an Leerkilowattstunden zahlt dagegen der Abnehmer dem RWE einen Zuschlag von ½ Pf/kWh."

Diese Bestimmungen sind, mathematisch ausgedrückt, recht einfach. Bezeichnet

A die zu berechnende Überschuß- oder Fehlmenge an Leerkilowattstunden,
K die Kilowattstunden,
N die nacheilenden Leerkilowattstunden und
V die voreilenden Leerkilowattstunden,

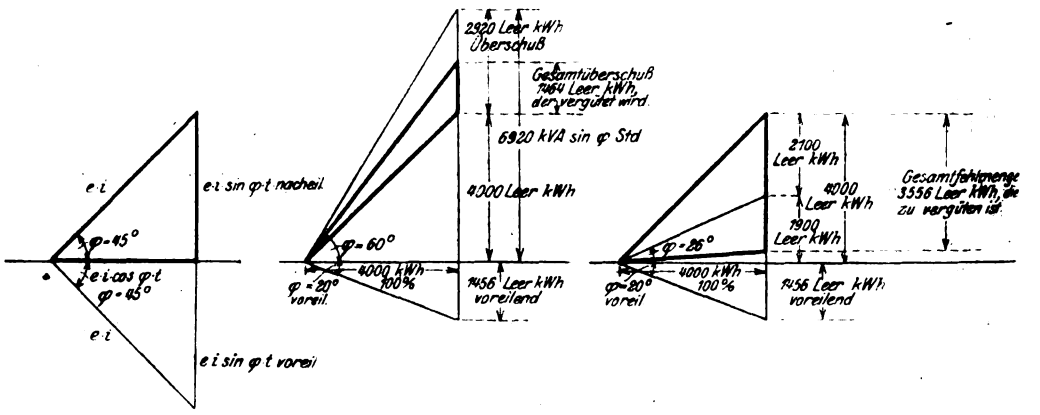
so ist sowohl bei Abgabe wie auch bei Bezug

$$A = N - V - K$$

Wird A negativ, so sind Fehlmengen vorhanden, die dem Lieferer mit ½ Pf f. d Leerkilowattstunde in Abzug gebracht bzw. dem Bezieher mit ¼ Pf vergütet werden.

Wird anderseits A positiv, so ist Überschuß vorhanden, der dem Lieferer mit ¼ Pf vergütet bzw. dem Bezieher mit ½ Pf f. d. Leerkilowattstunde in Abzug gebracht wird.

In den Abb. 9 bis 11 ist dieser Tarif graphisch dargestellt. Abweichend von dem Tarif



$N = V = K$. Abb. 9. | $N - V - K$ positiv. Abb. 10. | $N - V - K$ negativ. Abb. 11.

Schaubildliche Darstellung des Sinustarifes für gegenseitige Belieferung.

für reine Abnehmer ist bei gegenseitiger Belieferung eine Phasenverschiebung von $\cos\varphi = 0{,}7$ statt $\cos\varphi = 0{,}8$ zugrunde gelegt mit Rücksicht darauf, daß von ersteren eine möglichst geringe Phasenverschiebung erreicht werden soll, und bei letzterer immer umfangreichere Anlagen mit mittlerem $\cos\varphi$ von höchstens 0,7 in Frage kommen.

Die verschiedene Preisfestsetzung für eine Leerkilowattstunde ist mit Rücksicht auf die allein vom Elektrizitätswerk zu tragenden Verluste berechtigt. Über die für eine Leerkilowattstunde zu berechnenden Preise werden die Meinungen naturgemäß ebensoweit auseinandergehen, wie über die Tarifbildung der Elektrizitätswerke im allgemeinen.

Der Preis einer Leerkilowattstunde wird wohl je nach Lage und Antrieb der Stromerzeuger des Werkes sowie der Netzbelastung von Fall zu Fall zu bestimmen sein, da es sehr wohl möglich ist, wie beispielsweise bei nicht voll belasteten Stromerzeugern in Wasserkraftanlagen, daß die Abgabe möglichst vieler Leerkilowattstunden im Interesse beider Werke liegt.

Im allgemeinen darf jedoch nicht vergessen werden, daß auf möglichst geringe Verluste hinzuarbeiten ist, und daß dies erreicht wird, wenn bei einem Netzleistungsfaktor von 0,7 weder Überschuß noch Fehlmengen vorhanden sind.

Der Wert einer Leerkilowattstunde kann,

Digitized by Google

abgesehen von der besseren Ausnutzungsmöglichkeit der Anlage, z. B. aus folgender Überlegung bestimmt werden. Wie Zahlentafel 1 zeigt, beträgt die Mehrlieferung an Leerkilowattstunden, um die Phasenverschiebung von $\cos\varphi = 0{,}6$ auf $\cos\varphi = 0{,}7$ zu verbessern, 33% der gesamten Arbeitskilowattstunden.

Anderseits können bei entsprechender Lage der parallelarbeitenden Werke durch die Verbesserung der Phasenverschiebung die Verluste im gesamten Leitungsnetz um den gleichen Prozentsatz verringert werden. Bei einem Leitungsverlust von 10 bis 15% würden demgemäß auch die Leerkilowattstunden einen Wert von 10 bis 15% der Arbeitskilowattstunden besitzen.

Die Lieferung von Strom mit einer größeren Phasenverschiebung als $\cos\varphi = 0{,}7$ muß zweckmäßigerweise begrenzt werden, da einerseits die Kupfer- und Erregerverluste in der höher erregten Maschine in ungleich stärkerem Maße ansteigen, als sie in der anderen Maschine abnehmen, sowie anderseits mit Rücksicht darauf, daß bei einer Phasenverschiebung von beispielsweise $\cos\varphi = 0{,}1$, wie die Werte der Tangente zeigen, etwa die zehnfache Menge an Leerkilowattstunden geliefert werden kann, wie bei $\cos\varphi = 0{,}7$, und somit für die fast keine Kraft verbrauchenden Leerkilowattstunden ein höherer Preis als für die Kraft verzehrenden Arbeitskilowattstunden in Anrechnung käme.

Im allgemeinen wird daher wohl die Einschränkung gemacht werden müssen, daß Mehrlieferungen von Leerkilowattstunden nur bis zu 100% über die festgesetzte Mindestmenge hinaus mit einem gleichbleibenden Aufpreis vergütet werden, während für die hierüber hinausgehenden Leerkilowattstunden eine geringere Vergütung oder eine solche überhaupt nicht mehr erfolgt.

Diese Einschränkung ist um so berechtigter, als bei kleineren Phasenverschiebungen auch der Abnehmer meistens nur in der Lage ist, die Leerkilowattstunden zwischen $\cos\varphi = 0{,}7$ bis $\cos\varphi = 1{,}0$, also bis zu 100% der Arbeitskilowattstunden zu verringern. In manchen Fällen wird auch eine Staffelung des Preises angebracht sein.

Beispiel.

Es seien in einer Anlage für Arbeitsabgabe ein kWh-Zähler und ein Sinuszähler für Vor- und ein solcher für Nacheilung eingebaut und die nachstehenden Ablesungen vorgenommen:

Wattstundenzähler . .	100 000	Arbeitskilowattstunden $= K$
Sinuszähler (Nacheilung)	150 000	Leerkilowattstunden $= N$
Sinuszähler (Voreilung)	10 000	Leerkilowattstunden $= V$

Demgemäß ist, da $A = N - V - K$, $A = 150\,000 - 10\,000 - 100\,000 = +\,40\,000$ Leerkilowattstunden, mithin, weil $A +$, Überschuß vorhanden für den eine Vergütung von

$$40\,000 \times 0{,}25\ \text{Pf} = 100\ \text{M}$$

erfolgt.

Würde anderseits abgelesen:

Wattstundenzähler . .	100 000	Arbeitskilowattstunden $= K$
Sinuszähler (Nacheilung)	90 000	Leerkilowattstunden $= N$
Sinuszähler (Voreilung)	10 000	Leerkilowattstunden $= V$

so ist $A = 90\,000 - 10\,000 - 100\,000 = -\,20\,000$ Leerkilowattstunden, also, weil $A -$, Fehlmenge vorhanden, für die ein Betrag von

$$20\,000 \times 0{,}5\ \text{Pf} = 100\ \text{M}$$

zu zahlen wäre.

Zeigen die für Arbeitsbezug eingebauten Zähler die gleichen Angaben, so sind im ersten Falle

40 000 Leerkilowattstunden Überschuß

vorhanden, für die ein Aufschlag von ½ Pf = 200 M seitens des Beziehers zu zahlen ist.

Im zweiten Falle bei

20 000 Leerkilowattstunden Fehlmenge

erhält der Bezieher eine Vergütung von ¼ Pf f. d. Kilowattstunde oder 50 M.

Von den in Frage kommenden Zählerfirmen sind Leerzähler bisher noch nicht geliefert. Das RWE hat die Sinuszähler bis jetzt in seiner Essener Zählerwerkstatt selbst hergestellt und auf fast allen angeschlossenen Zechenanlagen bereits seit Juli 1917 eingebaut und zur vollen Zufriedenheit im Betrieb.

Verschiedene Ausführungsformen der Sinuszähler.

Die Firma Dr. Paul Meyer, Aktiengesellschaft, Berlin, hat weitere Verbesserungen dieser Zählerkonstruktionen vorgenommen und insbesondere für die Messung nach dem Leertarif noch zwei besondere Zählerarten in Bau genommen:

Sofern die Beträge für Fehlmenge und Überschuß an getrennten Zählwerken abgelesen werden sollen, erhält der Leerzähler ein Zusatzmeßsystem proportional den Werten $e \cdot i \cdot \cos\varphi \cdot t$, wie in Abb. 12 dargestellt. Beide Meßsysteme können beispielsweise mit gleicher Zugkraft gegeneinander geschaltet werden und üben dann bei 45°, entsprechend $\cos\varphi = 0{,}7$, Verschiebung keine Drehmöglichkeit auf den Anker aus. Der Anker betätigt dann bei anderer Phasenverschiebung wie 45° im Netz je nach seiner Drehmöglichkeit das eine oder andere Zählwerk.

Mit Hilfe dieses Zählers ist auch eine verschiedene Preisberechnung für Überschuß und Fehlmenge während der gesamten Meßzeit einwandfrei möglich.

Der für die Verbrauchsmessung notwendige Wattstundenzähler kann das im vorstehenden Falle beschriebene Zusatzmeßsystem

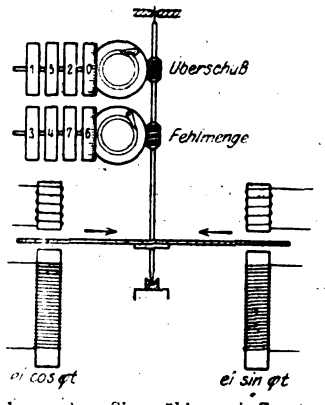


Abb. 12. Schema eines Sinuszählers mit Zusatzmeßsystem.

ersetzen und mit dem Leerzähler nach Abb. 13 in mechanischer Kupplung über ein Differentialzählwerk auf die Einzelzählwerke für Fehlmenge und Überschuß arbeiten, unter gleichzeitiger Zählung der gesamten Leerkilowattstunden. Die Anker selbst sind gegen eine Drehrichtung bei Rückstrom mit einer Hemmung versehen. Um auch voreilende Leerarbeit messen zu können, kann die Hemmung des Leerzählers durch ein Sinusrelais elektromagnetisch ausgelöst werden, oder es werden die in Abb. 8 dargestellten Rückstromrelais und ein zweites Zählwerk für den Leerzähler unter Aufhebung der Hemmung verwendet. Das Wattstundenzählwerk wird gegebenenfalls als Doppel-, Maximal- oder Subtraktions-Zählwerk ausgebildet.

Die gesamte Messung erfolgt in jedem Falle mit einem Gesamtapparat und vier bzw. fünf Einzelzählwerken, wie in Abb. 13 dargestellt.

Die Abb. 14 zeigt schließlich die Anordnung einer Meßgruppe für die gegenseitige Belieferung von hochgespanntem Drehstrom nach dem Leerzählertarif mit einem Phasenanzeiger nach Abb. 13. Der Indikator läßt jederzeit die Art der Phasenverschiebung der Generatoren erkennen und könnte in Verbindung mit entsprechenden Kontaktvorrichtungen direkt auf optische oder akustische Signalvorrichtungen oder gar zur direkten Beeinflussung des Erregerwiderstandes oder Ölschalters benutzt werden. Als Relais ausgebildet (Sinusrelais), könnte der Leerzähler, auf zwei gegeneinander geschaltete Wattstundenzähler arbeitend (ähnlich Abb. 8), die Messung der Wattleistung getrennt nach vor- und nacheilendem Strom ermöglichen. Der Nachteil des Sinusrelais ist das geringe Drehmoment bei $\cos\varphi = 1{,}0$.

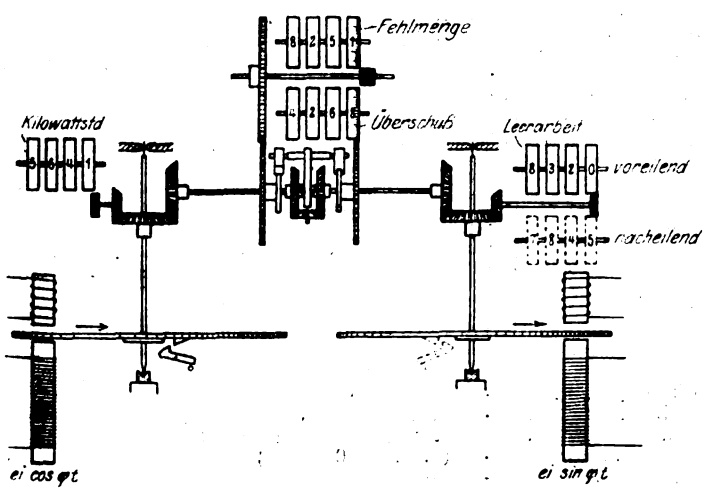


Abb. 13. Schema eines Sinuszählers mit 4 bzw. 5 Einzelzählwerken.

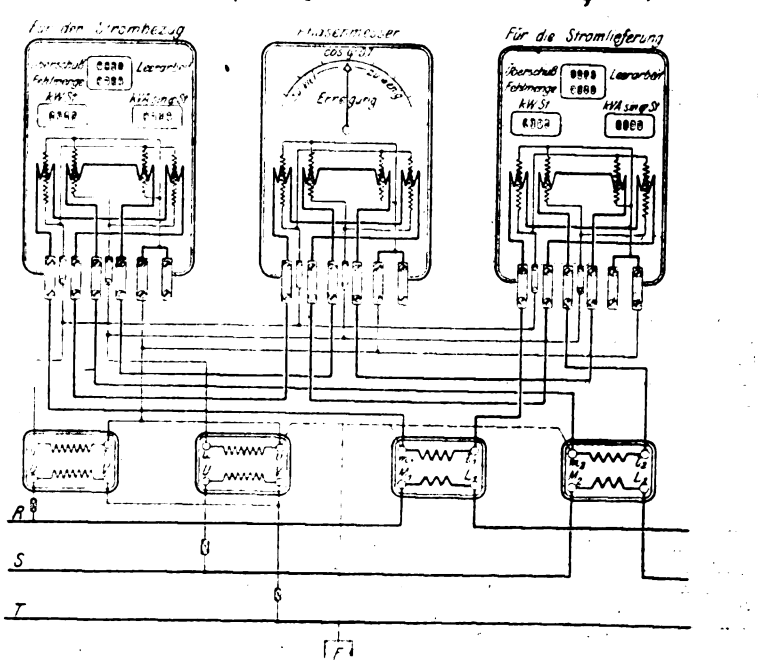


Abb. 14. Schaltbild einer vollständigen Sinuszähler-Meßgruppe der Dr. Paul Meyer A. G.

Digitized by Google

Schluß.

Mit Rücksicht auf die immer schwieriger werdende wirtschaftliche Lage, die zu einer immer schärferen Preisbestimmung zwingt, dürfte in Zukunft allgemein neben der Verrechnung der Drehstromkilowattstunden auch eine Verrechnung der Leerkilowattstunden ähnlich den obigen Ausführungen nicht mehr zu vermeiden sein.

Mit Hilfe der Leerzähler in der gekennzeichneten Schaltung ist es möglich, parallelarbeitende Kraftwerke in vorzüglicher Weise zu überwachen und die richtige Einstellung der Erregung vorzunehmen sowie Phasenverbesserungen des einen Werkes auf Kosten des anderen sofort zu erkennen und entsprechend zu bewerten. Ein Vorteil, der für jeden Betrieb von ganz außerordentlicher Bedeutung ist.

Manche Schwierigkeit im Parallelbetrieb, deren Ursache bisher nicht festgestellt werden konnte, wird sicher durch die Verwendung von Sinuszählern aufgeklärt werden.

Ferner wird der im allgemeinen volkswirtschaftlichen Interesse angestrebte Zusammenschluß der verschiedensten elektrischen Stromerzeugungsanlagen zwecks gegenseitiger Unterstützung, der durch die Vorträge von Prof. Dr. Klingenberg[1]) und Dr. Voigt[2]) und die im preußischen Abgeordnetenhause im Februar 1918 erfolgte Annahme der Vorlage über den Bau eines Dampfkraftwerkes bei Hannover das Interesse weiter Kreise erregte, sich erst mit Hilfe dieser Meßgeräte, soweit es im übrigen die Leitungsverhältnisse zulassen, in einwandfreier Weise praktisch durchführen lassen.

Die beschriebenen Einrichtungen haben in einer Zeit, in der die wirtschaftliche Ausnutzung bis aufs äußerste gestiegen ist, eine um so größere Bedeutung, insbesondere da die geschilderten Vorteile unter Aufwendung ganz geringer Kosten erreicht werden können.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.[3])

Nr. 119.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten wird die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfamtes 4 in Nürnberg folgendermaßen erweitert:

für Gleichstrom	für Wechsel- und Drehstrom
bis 1000 V	bis 24 000 V
bis 600 A	bis 400 A.

Charlottenburg, den 4. Januar 1918.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
gez. Warburg.

Kupferausbau der Lokalbahn Bludenz - Schruns.

Die im hochromantischen Montafonertale in Vorarlberg den Bahnhof Bludenz der Arlbergbahn mit der Ortschaft Schruns verbindende, seit ihrem Bestande (1905) elektrisch betriebene Lokalbahn mußte sich, der Aufforderung der Metallzentrale entsprechend, mit der Ermittlung befassen, auf welche Weise aus ihrer Leitungsanlage eine möglichst große Menge von Kupfer ohne Beeinträchtigung ihrer Leistungsfähigkeit entbehrlich gemacht werden könnte.

Als Stromzuführung zu den Fahrbetriebsmitteln dienten ein Fahrdraht und zwei Verstärkungsdrähte von je 50 mm² Querschnitt. Den Bahnstrom von 680 bis 750 V lieferte das vom Ende der Bahn 800 m entfernte Wasserkraftwerk in Schruns, das außerdem noch für Beleuchtung und Kraftübertragung Drehstrom von 3000 V erzeugt. Für die Bahn waren zwei Gleichstrommaschinen von je 50 kW vorhanden, deren eine mit einer 300 kW-Turbine von 750 Umdr/min gemeinsam mit einer Drehstromdynamo von 280 kVA unmittelbar gekuppelt war, während die andere von einer Turbine von 115 kW durch Riemen angetrieben wurde. Eine Maschine genügte für den Betrieb, während die andere einen vollen Ersatz bildete. Unterstützt wurde die Betriebsmaschine durch eine am Bahnende aufgestellte Pufferbatterie von 148 Ah Kapazität. Zur Aufladung wurden die beiden Bahndynamos hintereinander geschaltet, was selbstverständlich nur während der Betriebspausen möglich war. Zur Verbindung zwischen Kraftwerk und Bahn war eine Speiseleitung, u. zw. zur Hin- und Rückleitung je zwei Drähte von je 50 mm², zusammen also 800 m von 200 mm² vorhanden.

Es kamen zwei Ausführungsmöglichkeiten in Betracht, um Kupfer entbehrlich zu machen. Deren eine bestand in der Erhöhung der Fahrdrahtspannung, die aber die Ausrüstung der vorhandenen beiden Triebwagen mit neuen Motoren bedungen und bedeutend höhere Kosten verursacht hätte als die zweite, zur Ausführung gewählte, Art des Umbaues, die bei gleichbleibender Betriebsspannung in der Verschiebung des Ortes des Strombezuges vom Ende der Bahn in deren Mitte besteht. Es wurde demnach im Bahnhof St. Anton in der Mitte der Bahn, die gleichzeitig deren einzige Ausweichstelle bildet, ein Umformerwerk errichtet, dem Drehstrom aus dem Wasserkraftwerk Schruns zugeführt wird. Da hierfür nur Eisen zur Verfügung stand, mußte für die Drehstrom-Fernleitung zur Vermeidung zu hoher Verluste oder allzugroßer Querschnitte eine Übertragungsspannung von 10 000 V gewählt und im Wasserkraftwerk ein Wandler von 250 kVA von 3000 auf 10 000 V aufgestellt werden. Außer dem zum Schalten dieses Wandlers erforderlichen selbsttätigen Höchststrom-Ölschalter wurde nur für einen ausreichenden Schutz gegen die störende Einwirkung der Luftelektrizität durch Grobhörner, den sogenannten Stern-Drei-Schutz und eine Erdungsdrosselspule vorgesorgt. Die drei Hochspannungsdrähte wurden in einem kaminartigen Aufbau des Maschinenhauses hochgeführt und daran mittels Tellerisolatoren abgespannt. Von hier führt die Fernleitung aus 3 Eisenseilen von je 35 mm², teils zur Vermeidung heikler Kreuzungen mit staatlichen Telephon- und Telegraphenleitungen die Ortschaft umgehend, auf eigenem Holzgestänge, größtenteils aber auf dem Bahngestänge selbst, bis zum Umformerwerk, woselbst die Einführung der Hochspannungsleitung in gleicher Weise erfolgt, wie im Kraftwerk.

Als Umformer wurden solche der Einanker-Bauart gewählt, u. zw. wurden deren 2 mit einer Leistung von je 100 kW bei 1500 Umdr/min aufgestellt. Die gegen früher verdoppelte Leistung ist durch den bis zum Kriegsende währenden Fortfall der Pufferbatterie, die zwecks Bleigewinnung ebenfalls abgetreten wird, bedungen. Für jeden Umformer ist zur Herabsetzung der Fernleitungsspannung auf die Schleifringspannung von etwa 450 V je ein Wandler mit Ölkühlung von je 125 kVA vorgesehen; außerdem sind diese noch mit Anzapfungen auf der Unterspannungsseite versehen, denen Strom von etwa 1/3 Spannung zum Anlassen der Einankerumformer entnommen wird. Das Anlassen erfolgt in bekannter Weise nach Anlauf des Umformers mit dieser Spannung und Erreichung des Synchronismus durch Umlegen eines dreipoligen Messerschalters, wodurch der Anker an die volle Spannung gelegt wird. Ist zufälligerweise die Polarität des Gleichstroms verkehrt, so wird der Anker durch Abschalten von der 1/3 Spannung außer Tritt gebracht und dann neuerlich zugeschaltet. Bei einiger Übung gelingt es schon, durch einmaliges Ab- und Zuschalten die richtige Polarität zu erreichen.

Hinsichtlich der übrigen Ausrüstung bietet sich nichts besonders Bemerkenswertes. Da die Energie zur Speisung der Bahn denselben Sammelschienen entnommen wird, wie der Beleuchtungsstrom, so machen sich die Belastungsschwankungen der Bahn in einem geringen Zucken und Nachlassen des Lichtes bemerkbar. Obgleich dies kaum störend empfunden wird, wird durch Einbau eines Schnellreglers versucht werden, auch diese geringfügigen Spannungsschwankungen möglichst zu beseitigen.

Der Umbau wurde ohne jegliche Betriebsstörung durch die Betriebsleitung in eigenem Wirkungskreise vollzogen. Der mit Zügen gleichen Gewichtes aufgenommene anstandslose Betrieb rechtfertigt vollauf die Vorausberechnungen hinsichtlich der Wahl der Größe der Umformer, der Übertragungsspannung Bemessung des Fernleitungs-Querschnittes und der Verluste.

Die zum Umbau erforderlichen Maschinen, Umspanner und sonstigen Einrichtungsgegenstände wurden von den Österreichischen Siemens-Schuckertwerken aus Wien bezogen. Den Hochbau des Umformerhauses, das sich mit Geschick dem ortsüblichen Stil anpaßt, besorgten Baumeister Gebrüder Hilti aus Feldkirch.

Der Ertrag an Kupfer beträgt 11000 kg und an Blei 8000 kg.

F. Sabertschnig, Schruns.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Einfluß des Kriegszustandes auf den Fernsprechverkehr der Vereinigten Staaten von Amerika.

[Electrical World, Bd. 70, S. 401.]

In den Vereinigten Staaten befindet sich der Telegraphen- und Fernsprechverkehr in den Händen von Privatgesellschaften, u. zw. beherrscht die Bell-Gesellschaft mit ihren verschiedenen Tochtergesellschaften nahezu das ganze Fernleitungsnetz und die wichtigsten Ortsnetze. Bei der Bedeutung des schnellen Nachrichtenverkehrs für die Rüstungsindustrie und für den Kriegsfall war daher ein enges Zusammenarbeiten zwischen der Regierung und dieser Privatgesellschaft nicht zu umgehen. Lange bevor die Beziehungen zwischen Deutschland und den Vereinigten Staaten abgebrochen wurden, sind Vereinbarungen mit der Gesellschaft über ihre Mitwirkung im Kriegsfall getroffen worden, und schon vor einem Jahre wurde in Verbindung mit dem Marineamt eine Probemobilmachung für 3 Tage Dauer durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurde das Flottensekretariat in Washington mit allen Marinestationen der Vereinigten Staaten und mit einem Kriegsschiff im Atlantik durch Telegraphie und Fernsprecher unter Benutzung des Bell-Leitungsnetzes verbunden. Bei Kriegsausbruch wurden zwischen den betreffenden Regierungsstellen und den leitenden Stellen der Bell-Gesellschaft die Grundzüge für das Zusammenarbeiten festgelegt und vereinbart, daß die Regierungsgespräche mit Vorrang vor den übrigen Gesprächen zu erledigen sind. Zu diesem Zweck mußten nicht weniger als 12000 Beamte für den Ferndienst besonders ausgebildet werden. 16 093 km Fernleitung wurden dem übrigen Verkehr entzogen. Die Zahl der Fernleitungen für Washington ist dem Stande vor dem Kriege gegenüber verdoppelt worden, allein 500 Fernleitungen führen von hier nach den verschiedenen Landesteilen. Um diesen Zuwachs aufnehmen zu können, mußten die Fernamtseinrichtungen an den verschiedenen Orten entsprechend erweitert werden. Trotz der Schwierigkeiten in der Beschaffung des Rohmaterials wird ein neues Kabel mit 128 747 km Aderlänge zwischen Washington und New York ausgelegt, das Washington mit den Hauptzentren der Munitions- und Kriegsmaterialerzeugung in Baltimore, Wilmington, Philadelphia, Trenton, Newark, New York, Bridgeport, New Haven, Hartford, Providence und Boston verbindet.

Neben diesen Arbeiten erfordern auch die Ortsamts- und die Nebenstelleneinrichtungen vielfach bedeutende Erweiterungen und Neuanlagen. Für die in allen Teilen des Landes in der Bildung begriffenen 32 Bezirkslager sind besondere, große Anlagen zu schaffen, die ihrerseits eine bedeutende Vermehrung der Nachrichtenmittel in den Nachbarorten bedingen. In jedem dieser Lager sollen etwa 40 000 Mann ausgebildet werden.

Unter Mitwirkung von Ingenieuren der Gesellschaft ist der Küstenschutz neu geregelt und erweitert worden. Mit etwa 100 Leuchttürmen und 200 Küstenwachstationen mußten neue Verbindungen unter Verlegung von 483 km Seekabel und mehr als 1046 km Stangenlinie mit über 1931 km Leitung hergestellt werden. Der Brücken- usw. Bewachungsdienst macht im Lande ebenfalls zahlreiche Neuanschlüsse erforderlich.

Durch ein Übereinkommen mit den Nachrichtentruppen (signal corps) sind aus Angehörigen der Bell-Gesellschaft 14 Bataillone für diese Truppe ausgebildet worden. Einige besonders gebildete Kräfte sind zur Küstenverteidigung oder zur Flotte und 150 zur Offizierausbildung abgegeben worden. Etwa 10% (d. h. 4600 Mann) der männlichen Angestellten in der Gesellschaft werden in absehbarer Zeit in militärischen Diensten sein. Außerdem ist ein

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 297 ff.
[2]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 509.
[3]) „Zentralblatt für das Deutsche Reich" 1918, S. 11.

Digitized by Google

großer Teil der wissenschaftlich vorgebildeten Angestellten der Gesellschaft mit der Lösung besonderer Aufgaben für Heeres- und Marinezwecke tätig, für deren Durchführung die Werkstätten der Gesellschaft zur Verfügung stehen.

Zur Durchführung des Bauprogramms sind erhebliche Schwierigkeiten in der Materialbeschaffung, in der Erlangung von Arbeitskräften und für den Versand zu überwinden, die dazu geführt haben, Fernsprechmaterial und Apparate dem allgemeinen Gebrauch zu entziehen und ausschließlich für Regierungszwecke zu verwenden. Es ist vorauszusehen, daß dies in der Zukunft in noch viel weitgehenderem Maße geschehen muß, um den steigenden Anforderungen genügen zu können.

Bedenkt man, daß die Vereinigten Staaten schon jetzt im Zustand der Vorbereitung, weitab von den eigentlichen Kriegsschauplätzen trotz der reichen Hilfsmittel des Landes mit solchen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, und berücksichtigt man, daß in Deutschland die Telegraphen- und Fernsprecheinrichtungen neben dem Verkehr der heimatlichen Militärstellen, dem Verkehr der Rüstungsindustrie, dem Verkehr der Reichsstellen für die verschiedensten Zwecke und dem Privatverkehr auch noch den Verkehr der verschiedenen Fronten aufzunehmen haben, so kann man sich ein Bild machen von der Größe der Aufgabe, die von der Reichs-Telegraphenverwaltung zu lösen war und in enger Zusammenarbeit mit den Nachrichtentruppen gelöst worden ist.

Kr.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Das Pliotron als Schwingungserzeuger.

[Elektrotechn. u. Maschinenb., Bd. 36, S. 10, nach Gen. El. Rev. vom 5. X. 1917.]

W. C. White gibt 2 Schaltungen für das Pliotron zur Erzeugung hochfrequenter Schwingungen an. Um aus Gleichstrom hochfrequenten Wechselstrom zu erzeugen, wirkt das Pliotron eigentlich als Verstärkungsrelais; die Wellenform irgend einer veränderlichen EMK, die zwischen der Glühkathode und dem Gitter aufgedrückt wird, ist in dem Stromkreis zwischen der Anode und der Glühkathode getreu wiedergegeben. Es wird dabei die zugeführte Leistung in eine viel größere Leistung gleicher Frequenz und Wellenform umgeformt. Bekanntlich kann der Apparat sich selbst als Schwingungserzeuger erregen, wenn ein Teil der abgegebenen Wechselstromenergie mit dem zugeführten Strom rückgekoppelt wird. Auf diese Weise kann man aus Gleichstrom hochfrequenten Wechselstrom erzeugen, das Pliotron wirkt dann als Umformer.

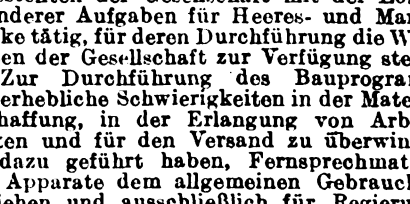


Abb. 1. Schaltung für hohe Stromstärke.

Abb. 1 zeigt die Schaltung, durch welche mittels einer Entladungsröhre Ströme von 10 bis 25 A bei 10^5 bis 10^6 Per/s erzeugt werden können, wie sie z. B. zum Eichen von Strommessern und Wattmetern notwendig sind. Die beiden zu vergleichenden Amperemeter $A\,A'$ sind in einem aus Kapazität C_3 und Selbstinduktion L_3 gebildeten Schwingungskreis eingeschaltet, der induktiv mit dem Pliotronschwingungskreis gekoppelt ist. Selbstinduktion und Kapazität sind so bemessen, daß Resonanz in dem Kreise auftritt. Für L_3 genügen 1 oder 2 Windungen, für C_3 ein Kondensator

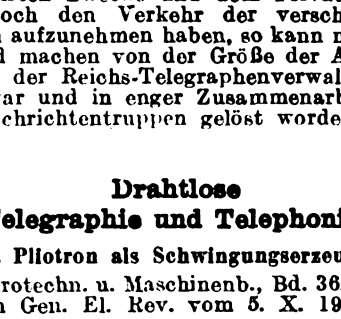


Abb. 2. Schaltung für hohe Spannung.

von etwa 0,1 μF, der Ohmsche Widerstand muß auf ein Minimum reduziert werden. F ist die von der Batterie R geheizte Glühkathode, P die Anode, G das Gitter. D ist eine Gleichstromquelle mit einer Spannung zwischen 200 und 750 V.

Zur Erzeugung hochfrequenter Ströme von 10^5 Per/s bei Spannungen bis 12 000 V, wie sie z. B. für die Erprobung von Isoliermaterialien verwendet werden, muß an das Pliotron ein Resonanzkreis von anderer Bemessung angelegt werden. Hier muß die Selbstinduktion einen hohen, die Kapazität einen niedrigen Wert erhalten. Abb. 2 zeigt die anzuwendende Schaltung. Die Induktanzen L_1 und L_2 werden einander gleich gemacht, etwa 8 mH, ebenso sind die variablen Induktanzen L_3, L_4 einander gleich, etwa 2,5 mH. Die Hochspannung wird an dem Plattenkondensator C_4 abgenommen. Aus seiner bekannten Kapazität und den im Hitzdrahtinstrument A abgelesenen Strom kann die an der Parallelfunkenstrecke G herrschende Spannung berechnet werden. Die Spannung der Gleichstromquelle D liegt zwischen 200 und 750 V. *Rp.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Der Torsiograph, ein neues Instrument zur Untersuchung von Wellen.

[Jos. Geiger. Zeitschr. d. Ver. d. Ing., Bd. 60, S. 811, 19 Sp., 55 Abb.]

Das Instrument hat den Zweck, ein Bild der Schwingungserscheinungen, welche im Maschinenbetriebe auftreten, zu geben, dadurch, daß es die räumlichen Stellungen bestimmter Getriebepunkte als Funktionen der Zeit kontinuierlich registriert. Grundsätzlich unterscheidet es sich hierdurch von den schon länger bekannten Tachographen, welche dazu ausersehen waren, ein Bild der Geschwindigkeiten bestimmter Systempunkte zu vermitteln.

Daß ein dringendes Bedürfnis für die Schaffung eines solchen Gerätes vorlag, wird nicht bezweifelt werden können in Anbetracht des Umstandes, daß die Schwingungsvorgänge an Maschinen sich in den wenigsten Fällen bis heute rechnerisch verfolgen lassen. Die weitgehenden Vernachlässigungen, welche schon bei Aufstellung der Bewegungsgleichungen gemacht werden, haben zur Folge, daß die Rechnungsergebnisse keineswegs mit der Wirklichkeit übereinstimmen, wenigstens nicht in der Nähe der kritischen Zustände, welche doch in erster Linie Interesse erregen. Den Äußerungen des Verfassers über diesen Punkt (S. 1, Z. 11 bis 14 v. o.) können wir daher nicht beistimmen.

Daß der Apparat „bei verschiedenen Firmen und Behörden Eingang gefunden hat", ist für den wissenschaftlich arbeitenden Ingenieur belanglos, er fragt nur nach der Genauigkeit des Bildes, welche der Apparat wiedergibt, und welche Schlüsse aus diesen Bildern auf die Raumstellungen der Getriebeteile gezogen werden können.

Hier läßt die Abhandlung jede tiefere Begründung zur Beruhigung des technischen Gewissens vermissen. Es muß daher der Gedanke, welcher die Grundlage des Verfahrens bildet, zunächst ausführlich erörtert werden.

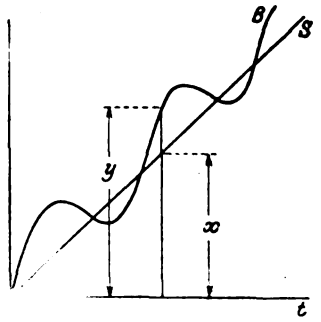


Abb. 3. Stellung von Bandscheibe und Schwungrad.

Nach der Beschreibung sollen die relativen Stellungen eines Systempunktes (Maschinenwelle) gegen ein mit gleichförmiger Geschwindigkeit (Schwungrad des Apparates) bewegtes System aufgezeichnet werden. Die Bewegung eines Punktes der Maschinenwelle wird durch ein undehnbares (nur mit Bezug auf die vorliegenden Verhältnisse) Band unverändert auf die Bandscheibe des Apparates übertragen. Die Bandscheibe ist mit einem koachsialen Schwungrad durch eine weiche Feder gekuppelt, und nach den Ausführungen des Verfassers soll das Schwungrad mit (nahezu) gleichförmiger Geschwindigkeit laufen, während die Bandscheibe die veränderliche Geschwindigkeit des Wellenpunktes annimmt. Trägt man in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die Wege y eines Punktes der Bandscheibe und die Wege x des entsprechenden Punktes des idealen, in gleichförmiger Bewegung befindlichen Schwungrades ein, so erhält man die Kurve OB und die Gerade OS, deren Ordinatendifferenz $y-x$ der Apparat registrieren soll.

Dieser ideale Apparat ist auf zwei verschiedenen Wegen angestrebt worden; einmal von Bonin („Forschungsarbeiten", Heft 165, 1914: „Die experimentelle Bestimmung des Ungleichförmigkeitsgrades"), der das Schwungrad zunächst fest mit der Bandscheibe kuppelte und im entsprechenden Moment frei laufen ließ[1]), und dann hier durch elastische

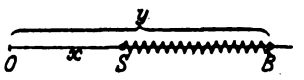


Abb. 4. Ersatzsystem von zwei Massenpunkten.

Kupplung mit der Bandscheibe. Keine der beiden Konstruktionen erzielt die ideale Gerade OS. Während bei Bonin eine schwach gekrümmte Kurve von annähernd parabolischer Gestalt an deren Stelle tritt, erscheint hier eine wellenförmige Linie. Bei Bonin ist die Kurve OS unabhängig von dem Verlauf von OB, bei dem vorliegenden Apparat wird die Kurve OS durch den Verlauf von OB bestimmt. Dynamisch ist der vorliegende Apparat gleichwertig mit einem einfachen aus zwei materiellen Punkten bestehenden System: Der Punkt S von der Masse m (Schwungrad) ist elastisch gekuppelt mit dem Punkt B (Bandscheibe), welcher eine Zwangsbewegung ausführt, deren Verlauf ermittelt werden soll; registriert wird von dem Apparat die Differenz $y-x$. Die Bewegungsgleichung für S lautet:

$$m\cdot\frac{d^2x}{dt^2}+k\cdot\left(\frac{dx}{dt}-\frac{dy}{dt}\right)=a\,(y-x),$$

worin die Konstante k zur Darstellung der Dämpfung, die Konstante a zur Darstellung der Restitutionskraft dient, oder

$$\left.\begin{aligned}\ddot{x}+\varkappa\dot{x}+\alpha x&=\alpha y+\varkappa\dot{y}\quad\text{mit}\quad \varkappa=\frac{k}{m}\\ \alpha&=\frac{a}{m}\end{aligned}\right\}\quad(1$$

Ist y als Funktion von t gegeben, so ist x leicht zu ermitteln; ist dagegen $y-x$ als Funktion von t bekannt, so hat man mit $y-x=\xi$

$$\ddot{\xi}+\varkappa\dot{\xi}+\alpha\xi=\ddot{y},\quad\ldots\quad(2$$

woraus y als Funktion von t ermittelt werden kann. Ohne größere Umrechnung ist dies auch hier nicht möglich, wie man aus den Ausführungen über die Frage: „Wie ist zu messen?" erwarten könnte. Ein weiterer Punkt, der nicht außer acht gelassen werden darf, ist der folgende: Daß die Restitutionskraft für das Schwungrad S einfach proportional $y-x$ ist, darf nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden. Im Gegenteil ist, falls nicht besondere Maßregeln getroffen werden, anzunehmen, daß bei der Form der Kupplungsfeder das Proportionalitätsgesetz für die Restitutionskraft nicht besteht, und dann der Zusammenhang zwischen den Größen ξ und y noch komplizierter wird. Einfach wird dieser Zusammenhang nur im Falle $\alpha=0$, $\varkappa=0$, und diese anscheinend belanglose Vernachlässigung hat sich der Verfasser der Abhandlung zunutze gemacht, um zu einer einfachen Auswertung der Versuchsergebnisse zu gelangen.

Daß dieses abgekürzte Verfahren erlaubt ist, wird von Ingenieuren, die einigermaßen mit Schwingungsvorgängen vertraut sind, nicht geglaubt werden, ohne daß nähere Mitteilungen über die Konstanten $\varkappa$, α usw., die leicht aus Schwingungsversuchen zu ermitteln sind, gemacht werden.

Noch überzeugender wäre es, einen Versuch anzustellen, bei welchem die Bandscheibe B eine genau bekannte Bewegung y ausführt (etwa angetrieben durch ein mit exzentrischem Gewicht belastetes, mit konstanter mittlerer Geschwindigkeit umlaufendes Schwungrad), und das Ergebnis des Apparates $\xi=y-x$ an Hand der Differentialgleichungen (1) und (2) zu prüfen.

Diese Prüfungen werden nicht unerhebliche Mühe und Kosten verursachen. Bei der Wichtigkeit des, soweit sich aus Abb. 9 u. 10 ersehen läßt, gut durchkonstruierten Apparates dürfen diese jedoch nicht gescheut werden, da es um das wissenschaftliche Ansehn

[1]) Auch der Gedanke der elastischen Kupplung zwischen Bandscheibe und Schwungrad war schon von Bonin ausgesprochen worden. So hieß es S. 5: „Anstatt die Masse frei laufen zu lassen, kann man sie auch durch Federn mit der Maschine elastisch kuppeln. . . . In diesem Falle erhält die Masse selbst eine stark schwankende Geschwindigkeit, deren Verlauf aber auch genau ermittelt werden kann." Demnach ist an dem Torsiographen grundsätzlich nichts Neues. Jedoch erscheint die Anordnung des Schreibzeugs praktischer als bei dem Apparat von Bonin, soweit es sich aus der Beschreibung beurteilen läßt.

Digitized by Google

technischer Untersuchungsmethoden geht, und da ohne diese noch fehlenden Daten alle Schlußfolgerungen aus den „Torsiogrammen" wie Abb. 15 u. a. unbegründet sind. Es wäre zu wünschen, daß die genannten Ergänzungen nicht zu lange auf sich warten lassen, und daß damit die Anwendbarkeit des der Form nach praktischen Gerätes auf die Untersuchung dynamischer Vorgänge sichergestellt wird.

Georg Duffing.

Beleuchtung und Heizung.

Neue Leuchtzusätze für Bogenlampenkohlen.

[Electrical World, Bd. 70. S. 1002.]

W. R. Mott hat sich durch das U.S.A.-Patent Nr. 1 235 996 die Verwendung von Uransalzen in Verbindung mit Fluorkalzium als Leuchtzusatz für Bogenlampenkohlen zwecks Erzielung eines intensiv weißen Lichtes schützen lassen. Uransalze im Lichtbogen sollen eine um 50% erhöhte photographische Wirksamkeit gegenüber den Fluoriden der seltenen Erden oder Titanoxyd ergeben.

Dampferzeugung aus Elektrizität.

[Engineering. Bd. 104, S. 468 u. 470.]

Es wird ein von Revel erfundener und von der Firma Luigi Boselli, Mailand, gebauter Dampferzeuger beschrieben, bei welchem die elektrische Erhitzung des Wassers ohne besondere Heizkörper vorgenommen wird. Die Apparate eignen sich zum direkten Anschluß am Wechselstromnetze mit 200 bis 3600 V und sollen 97 bis 98% Wirkungsgrad haben; es sollen auch bereits längere Betriebserfahrungen mit diesen Apparaten in italienischen Werken vorliegen. Die Anordnung für 500 V Drehstrom ist in Abb. 5 dargestellt.

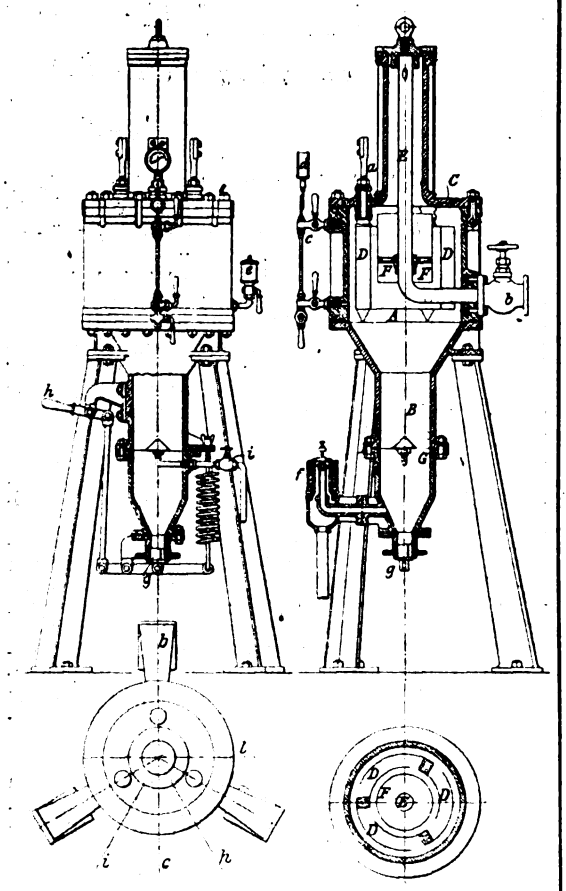


Abb. 5. Elektrischer Dampferzeuger.

A ist der Dampferzeugungsraum, *B* der Kaltwasserraum, *C* der Dampfdom, durch dessen Wandung 3 Stromzuführungen *a* isoliert eingeführt werden; mit ihnen sind die Stahlelektroden *D* verbunden. *E* ist das Dampfsammelrohr, welches bei *F* gelagert ist, *b* sein Absperrventil, *G* der Speisewasserinjektor, *i* ein Speiseventil, *c* ein Wasserstandanzeiger, *d* ein Manometer, *f* ein Wasserstandsregler, der selbsttätig arbeitet, *g h* ein Sicherheits- und Ablaßventil.

Bei Inbetriebsetzung des Apparates wird das Speiseventil *i* geöffnet und gleichzeitig aus dem Behälter *e* eine geringe Menge Sodalösung eingelassen, um den elektrischen Widerstand des Wassers zu verringern. Sobald das Wasser bis zu dem unteren Elektrodenrand gestiegen ist, beginnt die Dampferzeugung und verstärkt sich in dem Maße, wie das Wasser weiter steigt. Ist die richtige Dampfspannung erreicht, so tritt der Regler *f* in Tätigkeit und bewirkt, daß der Wasserspiegel und damit die Dampferzeugung konstant bleibt. Die bei der Verdampfung sich bildenden Kalkablagerungen müssen in Abständen von 5 bis 7 Stunden bei *g* abgelassen werden, was ohne Unterbrechung der Dampferzeugung geschehen kann. Die Apparate eignen sich für Dampfspannungen bis 14 at und erzeugen 900 bis 1000 kg Dampf in der Stunde. Da sie sehr schnell wirken, lassen sie sich vorteilhaft zur Ausnutzung auch kurzzeitig verfügbarer Überschüsse elektrischer Energie verwerten.

Ptz.

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrische Vollbahnen in Österreich.[1])

Die Unklarheit in der Stromfrage, über die noch im Jahre 1914 im Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen keine Einigung erzielt wurde, die aber heute durch die Erfahrungen auf der Lötschbergbahn und der Mittenwaldbahn zugunsten des einphasigen Wechselstromes bei 15 000 V Fahrdrahtspannung und 15 bis $16^2/_3$ Per als gelöst angesehen wird, verzögerte bisher die Durchführung der verschiedenen in den letzten Jahrzehnten hervorgebrachten Entwürfe über den Ausbau von Wasserkräften und die damit verbundene Elektrisierung von Haupteisenbahnen. Von diesen haben nun folgende Aussicht auf Verwirklichung:

1. Salzkammergutbahn Steinach—Irdning — Attnang — Puchheim. Stromentnahme von den Gosau-Werken[2]). Kapitalbeschaffung vom Lande Ober-Österreich, ist politisch begangen, die Ausführung aus finanziellen Gründen verschoben.
2. Arlbergbahn Landeck — Innsbruck. Entwürfe seitens großer elektrotechnischer Firmen in Angriff genommen, aber durch den Krieg verzögert. Die Wasserkräfte sind sichergestellt.
3. Tarvis—Laibach. Stromlieferung von den Wasserkraftwerken an der Završnica. Verhandlungen eingeleitet, vorübergehend unterbrochen.

Von den übrigen Entwürfen hat man zunächst Abstand genommen; die Linie Eisenerz—Vordernberg wird nachgeprüft werden. Bisher bestehen 17 elektrische Vollbahnen, u. zw. 9 normal- und 8 schmalspurige in Österreich, 4 davon (Montafonerbahn, Trient—Male Z. rtlesdorf—Hohenfurt—Lippnerschwebe und Mittenwaldbahn) stehen im Staats-, die übrigen im Privatbetrieb. 14 Bahnen arbeiten mit Gleichstrom, 3 mit Einphasen-Wechselstrom, die Fahrdraht- und Übertragungsspannungen weichen außerordentlich voneinander ab. Die Umformeranlagen sind von den Kraftwerken bis zu 175 km entfernt; die Gesamtlänge der Linien beträgt 492 km. Von den 2,25 Mill. kW ausbauwürdigen Wasserkräften in den Alpenländern sind bisher aus wiederholt an dieser Stelle dargelegten Gründen nur 180 000 kW, also rd 8% ausgenutzt. Die während des Krieges entstandene Kohlenfrage drängt aber zum raschen großzügigen Ausbau der Wasserkräfte, der Österreich in der Kohlenbeschaffung ganz unabhängig machen würde.

Von elektrischen Bahnen.

Wittenberg (Bez. Halle a. S.). Die Stadt beabsichtigt die Errichtung einer elektrischen Straßenbahn vom Bahnhof durch die Kollegienstraße über den Markt, durch die Schloßstraße, Dessauerstraße nach Kleinwittenberg-Piesteritz.

Worms (Hessen). Die Stadt beabsichtigt den Bau einer elektrischen Straßenbahn von Worms, Pfiffligheim über Leiselheim nach Pfeddersheim. Das Projekt, welches die behördliche Genehmigung erhalten hat, soll von der Elektrizitätswerk A. G. Rheinhessen ausgeführt werden und 3 Monate nach Friedensschluß fertiggestellt sein.

Allgemeiner Maschinenbau.

Kugelkuppelung.

[Engineering, Bd. 103, S. 612.]

M. R. Guillery berichtete in der Pariser Akademie der Wissenschaften über eine beachtenswerte Kupplung. Einer der beiden Achsstummel wird durch eine Muffe mit 4 Armen ausgestattet (Abb. 6), welche letztere in entsprechende Öffnungen der Scheibe auf dem anderen Achsstummel eingreifen. Zwischen den Übertragungsstücken liegt beiderseits je eine Kugel, die in kugelförmigen Lagern rollt. Die gewünschte Nachgiebigkeit in der Übertragung wird, wie Abb. 6 zeigt, durch einen Schlitz in den erwähnten vier Kupplungsarmen erreicht. Guillery zeigte in seinem Bericht, daß nur eine geringe Kugelbewegung bei der Verbindung zweier selbst unter einem beträchtlichen Winkel gegeneinander verschränkten Achsen notwendig ist. Um den Betrag der Verschiebung zu berechnen, nimmt Guillery

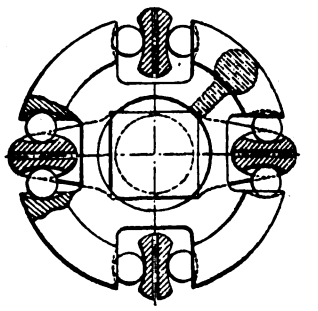


Abb. 6. Kugelkuppelung.

an, daß die Kugel in Abb. 7 mit dem Mittelpunkt *O* zwischen den beiden kugelförmig ausgebildeten Flächen *I* und *II* vom Halbmesser *R* gelagert ist. Der Mittelpunkt *C* der Kugellagerfläche *I* liegt fest, der Mittelpunkt *D* der Kugellagerfläche *II* kann sich um einen in der

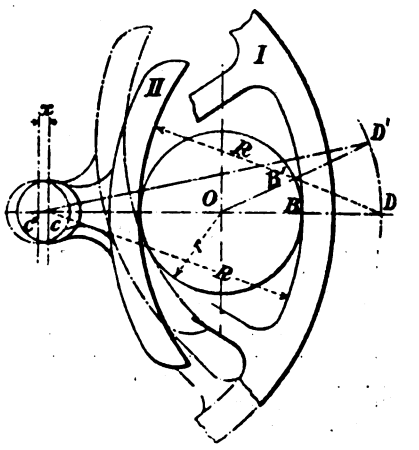


Abb. 7.

Abbildung nicht angegebenen Punkt *P* drehen, der unter normalen Verhältnissen mit dem Punkt *C* zusammenfällt, sonst aber entlang der Linie *COD* wandert. Wenn die Kugel sich ohne Gleiten dreht, wird die Kugellagerfläche *I* um *C* rotieren, während der Mittelpunkt *D* nach D^1 wandert, wodurch *C* um ein kleines Stück nach C^1 verschoben wird. Wenn α der Winkel zwischen *OC* und der Normalen in dem neuen Berührungspunkte zwischen der Kugel und der Kugellagerfläche *II* ist, so wird die Verschiebung $C\,C^1$ in der Richtung der Linie *DOP* sein:

$$x = (R - r) \cdot [\sqrt{4 - \sin^2 \alpha} - (1 + \cos \alpha)].$$

Wenn $R = 25$ mm, $r = 10$ mm, $BB^1 = 2$ mm; wird $\alpha = 11\,1/2^0$ und $x = 0{,}15$ mm sein.

e

Verschiedenes.

Der Kohlenmangel in den Vereinigten Staaten von Amerika.[1])

Der Brennstoffkommissar der Vereinigten Staaten veröffentlichte, wie „Electrical World" Bd. 70, S. 1018 mitteilt, am 17. XI. 1917 einen Aufruf an die industriellen und häuslichen Verbraucher von Kohle, worin er sie auffordert, sich freiwillig Beschränkungen im Verbrauch aufzuerlegen. Dies sei der einzige Weg, um eine zwangsweise Beschränkung der Kohlenzuweisung an die nicht für Kriegslieferungen arbeitende Industrie zu verhüten.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Busak, Kreisingenieur der Verwaltung des Kreises Sagan, der 1912 das Überlandwerk dieses Kreises ins Leben rief und von da ab bis heute allmählich ausbaute, scheidet am 1. IV. 1918 aus seinem Dienste aus, um die Verwaltung der gleichfalls von ihm ins Leben gerufenen Überlandzentralen der anschließenden Kreise Freystadt und Sprottau i. Schl. als deren Oberingenieur zu übernehmen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Günstigste Wahl der Gleichstrom- und Wechselstromerregung beim Frequenzverdoppler.

Herr M. Osnos vermißt eine allgemeine, zwingende Begründung meiner in der „ETZ"

[1]) Vgl. ETZ" 1918, S. 96.
[2]) Vgl. „ETZ" 1911, S. 774.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 498, 528; 1918, S. 70.

Digitized by Google

1917, S. 570, geäußerten Bedenken gegen seine Erregungsgesetze. Die von mir angezogenen Gegenbeispiele sollten zwar in erster Linie zu einer Nachprüfung der in Frage stehenden Sätze anregen; da diese aber Herrn OSNOS nach wie vor als streng logisch erscheinen, ist es vielleicht doch angezeigt, wenn ich meine Bedenken in etwas allgemeinerer Form zum Ausdruck bringe.

Der einfacheren Schreibweise halber seien im folgenden die Summe der Gleichstrom- und Wechselstrom-Amperewindungen des Frequenzverdopplers mit r, seine Wechselstrom-Amperewindungen mit w und die reduzierte Sekundärinduktion mit B'' bezeichnet. Die Kurvenschar B_1'', B_2'', B_3'' . . . . („ETZ“ 1917, S. 426, Abb. 7), die Herr OSNOS seinen Überlegungen zugrunde legt, ist dann der geometrische Ausdruck dafür, daß zwischen w, B'' und dem veränderlichen Parameter r eine Beziehung $f(w, B'', r) = 0$ besteht. Ist nun die Sekundärinduktion vorgeschrieben, also B'' = const., so muß, wenn w ein Minimum werden soll, zunächst $\frac{dw}{dr} = 0$ sein. Da ferner $\frac{dw}{dr} = -\frac{\partial f}{\partial r} : \frac{\partial f}{\partial w}$ und hier nur endliche Werte in Betracht kommen, folgt daraus: $\frac{\partial f}{\partial r} = 0$. Wenn man aus dieser Gleichung und der ursprünglichen Gleichung $f(w, B'', r) = 0$ den Parameter r eliminiert, ergeben sich zu jedem vorgeschriebenen Werte von B'' die kleinsten Wechselstrom-Amperewindungen — gegebenenfalls mit anderen Extremwerten von w — aus einer Gleichung $\Phi(w, B'') = 0$. Anderseits ist aber bekannt, daß man durch Elimination des Parameters r aus den Gleichungen $f(w, B'', r) = 0$ und $\frac{\partial f(w, B'', r)}{\partial r} = 0$ die Gleichung der Hüllkurve der Kurvenschar erhält. Damit ist zunächst der Beweis für meine frühere Behauptung erbracht, daß die zu vorgeschriebenen Werten von B'' gehörenden kleinsten Werte der Wechselstrom-Amperewindungen w auf der Hüllkurve B_H'' (s. Abb. 1) der Kurvenschar B_1'', B_2'', B_3'' . . . und nicht auf deren Scheitelkurve B_S'' liegen, wie Herr OSNOS behauptet[1]). Die von ihm behandelte Maximumaufgabe zur Ermittlung von $B''_{max.}$ sowie die daraus abgeleitete $B''_{max.}$-Kurve (Abb. 7, S. 426) hat demnach mit der Frage nach den kleinsten Wechselstrom-Amperewindungen bei vorgechriebenem B'' gar nichts zu tun. Desgleichen erweist sich die Behauptung in Satz 1, wonach bei gleichem B'' die Wechselstrom-Amperewindungen w am kleinsten sein sollen, wenn r am kleinsten ist, ebenfalls als unrichtig; auf der Hüllkurve ist ja r größer und trotzdem w kleiner als auf der Scheitelkurve.

Nach dem 2. Leitsatz soll auch der Voltampereverbrauch am kleinsten sein, wenn die Wechselstrom-Amperewindungen w angeblich am kleinsten sind, wenn also B'' auf der Scheitelkurve gewählt wird. Nun entspricht einem gegebenen B'' auf der Scheitelkurve stets eine größere Primärinduktion B' als auf der Hüllkurve, denn auf letzterer ist w kleiner und r größer, folglich $B'—B''$ kleiner. Da jedoch der Voltampereverbrauch schlechthin proportional zu dem Produkte $w \cdot B'$ ist, entspricht ein und demselben B'' auf der Hüllkurve aus doppeltem Grunde ein kleinerer Voltampereverbrauch als auf der Scheitelkurve: weil sowohl w als B' kleiner sind. Der 2. Satz enthält also zwei logische Versehen.

Für irgendwelche Sättigungskurve und irgend ein Erregungsbereich ist hiermit ganz allgemein nachgewiesen, daß die in den OSNOSschen Sätzen befürwortete Erregung nie die günstigste werden kann, da man ja stets noch kleinere Werte für Magnetisierungsstrom und Voltampere auf der Hüllkurve erhält. Außerdem werden infolge der kleineren Primärinduktion B' die Spannungsübersetzung für die Windung und im allgemeinen auch die Eisenverluste für die Hüllkurve günstiger, so daß der Umformer im ganzen ökonomischer ausfällt.

Daß die OSNOSschen Minimalwerte unter Umständen um mehrere hundert Prozent größer als die wahren Minimalwerte werden können, habe ich bereits in der „ETZ“ 1917, S. 570, an mehreren typischen Beispielen gezeigt. Herr OSNOS lehnt zwar sein eigenes Beispiel wegen nicht ganz getreuen Abdrucks ab; da ich jedoch von der Abb. 7 lediglich die Sättigungskurve benutzt habe, ist deren mehr oder weniger gute Übereinstimmung mit der Originalkurve hier, für das Beispiel als solches, nebensächlich. Übrigens widerspricht gerade die von Herrn OSNOS S. 571 neu beigebrachte Kurvenschar Abb. 8 seinem 2. Leitsatze nicht nur in einem „ganz kleinen Bereich“, sondern im ganzen Bereich, was Herr OSNOS sofort erkennen kann, wenn er entweder die Hüllkurve, oder zu jeder Kurve eine möglichst nahe gelgene Kurve mit etwas größerem Parameter einzeichnet. Der Rückschluß auf mein zweites Beispiel wird hiermit gleichfalls hinfällig, wie auch unmittelbar aus beistehender Abb. 1

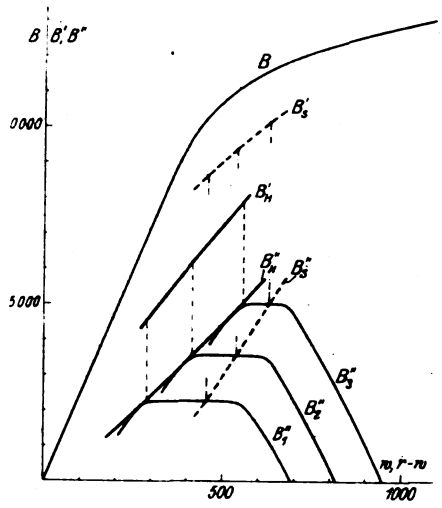


Abb. 1.

hervorgeht, in welcher die Scheitel- und Hüllkurve B_S'' und B_H'' nebst den zugehörigen primären Induktionskurven B_S' und B_H' für ein größeres Bereich eingezeichnet sind. Man sieht, daß von der obersten B''-Kurve B_3'', wo $B_S'' = 5000$ und die Primärinduktion bereits $B_S' = 10\,000$ beträgt, bis zur untersten B''-Kurve B_1'', der angeblich kleinste Voltampereverbrauch nach Satz 2 um 50% bis 200% größer ausfällt, als wenn man die Erregung auf die Hüllkurve einstellt. Da gleichzeitig die Primärinduktion um 25% bis 90% größer ist, wird auch das Übersetzungsverhältnis im gleichen Verhältnis ungünstiger als auf der Hüllkurve. Entsprechendes gilt von den Eisenverlusten; wählt man z. B. $B'' = 2250$ auf der Scheitelkurve, so sind bei Leerlauf die Hystereseverluste[1]) rd 2-mal, die Wirbelstromverluste rd 3-mal so groß als für dasselbe B'' auf der Hüllkurve.

Im allgemeinen werden demnach sowohl bei anfänglich gerader Sättigungskurve wie bei Sättigungskurven mit Wendepunkt[2]) die Leitsätze gerade in dem Gebiete am unzuverlässigsten, das für hochfrequente Erregung in Betracht kommt, um so mehr, als infolge der abflachenden Gegenwirkung der Wirbelströme die Scheitelkurve noch erheblich weiter von der Hüllkurve wegrückt.

Bei höheren Sättigungen, wie sie etwa die niederen Periodenzahlen ermöglichen, können die Leitsätze stellenweise kleinere Abweichungen ergeben; weil aber dann die Verluste nicht mehr ausschließlich die Rechnung beherrschen, wird die Problemstellung eine wesentlich andere.

z. Zt. Urmatt. 14. I. 1918.

Th. Lehmann.

Erwiderung.

Ich halte meine Behauptung aufrecht, daß die von mir aufgestellten Leitsätze streng logisch aus den in „ETZ“ 1917, S. 426 und 571 gebrachten Kurven folgen. Um mich nicht zu wiederholen, sei nochmals auf die betreffenden Stellen verwiesen. Wenn aber Herr LEHMANN dieses bestreitet, so scheint es auf einem Mißverständnis zu beruhen: Seinen sämtlichen Einwänden liegt der Gedanke zugrunde, ich hätte behauptet, daß die kleinsten AW_w auf der Scheitelkurve der Kurvenschar B_1'', B_2'', B_3'' . . . . liegen. Nun habe ich dieses aber gar nicht behauptet, und somit entfallen die Einwände, die Herr LEHMANN aus den praktischen Beispielen gebracht hat[1]). Der Beweis aber, daß die kleinsten AW_w auf der Hüllkurve liegen, widerspricht meinen Leitsätzen, praktisch genommen, nicht.

Um von dem wichtigeren zweiten Lehrsatz auszugehen, so lautet dieser: „Für den kleinsten Volt-Ampereverbrauch für die Erregung, bzw. für den kleinsten Magnetisierungsstrom muß man die Summe der Gleichstrom- und Wechselstrom-Amperewindungen so wählen, daß der mit dieser Summe erreichbare Höchstwert der Sekundärsättigung B'' dem aus anderen Rücksichten angenommenen oder gegebenen Wert von B'' möglichst gleich ist.“ Nach dem von Herrn LEHMANN erbrachten Beweis müßte es statt der Worte: „Höchstwert der Sekundärsättigung B''“ heißen: „Berührungspunkt mit der Hüllkurve zu einer Kurvenschar $f(w, B'', r)$“.

Wie aber aus den von Herrn LEHMANN selbst hier angeführten Kurven B_1'', B_2'', $B^{3''}$ zu ersehen, sind die bezüglichen Größen B_S'' und B_H'' einander gleich. Somit würde sich gerade auf einem Gebiete, das nach Herr LEHMANN für Hochfrequenz besonders in Betracht kommt, durch die andere Fassung des Leitsatzes sachlich absolut nichts ändern[2]). Dafür ist aber der Höchstwert praktisch viel leichter und präziser zu bestimmen, als der Berührungspunkt.

Mein erster Leitsatz lautet: „Für eine gegebene Sättigung B'' sind die AW_w/cm und somit der Magnetisierungsstrom am kleinsten, je kleiner dabei die Summe $(AW_w + AW_g)/cm$ ist.“ Dieses folgt, wie an Ort und Stelle zu ersehen ist, aus den Kurven B_1'', B_2'', B_3'' . . .

Nun ist es allerdings richtig, wie Herr LEHMANN bemerkt, daß wenn man zu jeder Kurve eine möglichst naheliegende Kurve mit etwas größerem Parameter r nimmt, daß man dann findet, daß der Magnetisierungsstrom an gewissen Stellen auf der Kurve mit dem größeren Parameter kleiner ist. Dieses ist aber für jedes Kurvenpaar nur in einem ganz kleinen Bereich der Fall, nämlich auf dem Bereich, welcher zwischen dem Schnittpunkte der beiden (sehr benachbarten) Kurven und dem Maximalpunkt der Kurve mit dem kleinen Parameter liegt[3]). Dieser Bereich ist aber, da die Kurven sehr nahe aneinander liegen, sehr klein, so daß in der Regel mein Leitsatz vollkommen gültig ist.

Im Anschluß an diesen Leitsatz sagte ich, daß man eine derartige (B'') Kurve finden muß, deren Maximalwert gleich dem gesuchten ($3{,}10^3$) ist. Dieses ist aber nicht, weil dort der kleinste Magnetisierungsstrom erreicht wird, sondern wie ich ausdrücklich erwähnt habe, um nicht umsonst Amperewindungen zu vergeuden, bzw. um sie voll auszunutzen. Denn die Frage der besten Ausnutzung des Wickelraumes ist ebenso wichtig, wie die des kleinsten Magnetisierungsstromes.

Der Zweck des Leitsatzes 2 ist daher ein doppelter: bei möglichst kleinen Gesamtamperewindungen einen möglichst geringen Volt-Ampereverbrauch zu erreichen.

Mit der Bemerkung am Schlusse des zweiten Leitsatzes, daß $\frac{AW_w}{AW_g} = 2$ sein muß, habe ich natürlich nur eine Kurve mit einem scharf ausgeprägten Maximum im Auge gehabt. Daß man aber bei flachen und gar bei vollkommen horizontal verlaufenden Kurven (wie die von Herrn LEHMANN) sich nicht auf den absoluten theoretischen Maximalwert versteift, bzw. nicht den theoretischen Wert von AW_w nimmt, wenn man denselben Maximalwert von B'' mit einem viel kleineren erreichen kann — dieses habe ich für so selbstverständlich erachtet, daß ich es nicht zu erwähnen für notwendig hielt.

Ich stimme daher mit Herrn LEHMANN („ETZ“ 1917, S. 571) darin überein, daß die günstige Erregung nicht an ein festes Verhältnis zwischen Gleichstrom- und Wechselstromerregung gebunden ist, und verweise nochmals auf die Patentschrift Nr. 283 235, in der ich die Grenzen für das Verhältnis absichtlich weit gezogen habe (1,5 bis 2,5).

Berlin-Wilmersdorf, 22. II. 1918.

M. Osnos.

Wir schließen hiermit diese Erörterung.

D. S.

[1]) Da hier für $B'' = \text{const.}$ w bei zunehmendem r im Gebiete zwischen Scheitel- und Hüllkurve zunächst abnimmt, bei weiter wachsendem r aber wiederum zunimmt, ist jedenfalls in unmittelbarer Nähe der Hüllkurve $w'' > 0$. Es wird infolgedessen auf der Hüllkurve w ein Minimum u. zw., weil zwischen Hüllkurve und Ordinatenachse keine Punkte der Kurvenschar liegen können, ein absolutes Minimum.

[1]) s. J. D. Ball, „Unsymmetrische Magnetisierung mittelsilizierten Eisens“. „ETZ“ 1917, S. 609.

[2]) Die in Abb. 7, „ETZ“ 1917, S. 570 punktiert eingezeichnete Kurve ist nicht etwa die „jungfräuliche“ Kurve, sondern sie wurde aus der bei sinusförmiger Spannung beobachteten Effektivwert-Charakteristik abgeleitet. Dem von Herrn Osnos befürworteten Mittelwert aus Auf- und Abmagnetisierung haftet insofern eine gewisse Unbestimmtheit an, als man bereits bei symmetrischen Magnetisierungszyklen zu jedem Induktionsintervall $\pm B_{max.}$ eine andere Mittelkurve aus auf- und absteigendem Schleifenast erhält.

[1]) Das auf S. 570, „ETZ“ 1917, gebrachte erste Gegenbeispiel ist deshalb nicht stichhaltig, weil bei ihm für B_S'' ein Maximum von 2800 zugrunde liegt, während es tatsächlich = 3000 ist.

[2]) Bei meinen B''-Kurven unterscheiden sich die Werte von B_S'' und B_H'' um einige Prozente voneinander. Aber auch dieses ist praktisch unwesentlich und fällt übrigens unter den Begriff „möglichst gleich“.

[3]) Unterhalb dieses Schnittpunktes verläuft die Kurve mit dem kleinen Parameter näher zu der y-Achse, so daß die entsprechenden AW_H-Werte auf ihr kleiner sein müssen.

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Meßtechnik. Theorie und Praxis der elektrischen und magnetischen Messungen. Von W. Jaeger. Mit 583 Abb. XXVI u. 533 S. in 8°. Verlag von Joh. Ambr. Barth. Leipzig 1917. Preis geb. 23 M.

Ein umfassendes Handbuch der elektrischen Meßtechnik war bisher nicht vorhanden, es ist erfreulich, daß diese Lücke durch das vorliegende Werk ausgefüllt wird. Der Verfasser desselben gehört der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt seit ihrer Begründung an, und die elektrische Meßtechnik hat während dieser Zeit von ihm wesentliche Förderung erfahren; dadurch ist schon eine gewisse Bürgschaft dafür gegeben, daß diese Lücke nicht nur äußerlich ausgefüllt ist, sondern daß der messende Elektrotechniker darüber hinaus auch wirklich eine Bereicherung seines geistigen Rüstzeuges erlangt hat. Es sei gleich hier hervorgehoben, daß die Aufgabe mit sehr großer Sorgfalt in Angriff genommen und durchgeführt worden ist; als Beispiel dafür möge die Angabe dienen, daß das alphabetische Sach- und Namenverzeichnis nicht weniger als 28 Seiten umfaßt. Um den Umfang des Buches nicht noch größer werden zu lassen, als er so schon geworden ist, war es notwendig, gewisse Einschränkungen bei der Auswahl des Stoffes zu machen, so sind z. B. rein technische Messungen (wie an Maschinen) nicht berücksichtigt. Um den tatsächlichen Inhalt des Buches klarzustellen, möchte ich die Hauptüberschriften des Inhaltsverzeichnisses mit einigen Erläuterungen anführen, dadurch wird zugleich ein Überblick über die Einteilung und also auch die Art der Behandlung des Stoffes gegeben. 1. Theoretische Grundlagen; neben einer kurzen Zusammenfassung der mathematischen Hilfsmittel, hauptsächlich die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. 2. Einheiten und Normale, mit einem geschichtlichen Rückblick. 3. Elektrische Meßinstrumente. 4. Hilfsapparate und Vorrichtungen für Gleich- und Wechselstrom, wie Stromquellen, Widerstände usw. 5. Meßmethoden für Gleichstrom. 6. Meßmethoden für Wechselstrom. 7. Magnetische Messungen. 8. Anwendung elektrischer Messungen, dabei ist nur die drahtlose Telegraphie und die Temperatur- und Strahlungsmessung berücksichtigt. 9. Anhang, umfaßt eine Darlegung über absolute Maße und einige Tabellen und Konstanten.

Ein eingehendes Urteil über den Wert eines derartigen Buches wird sich immer erst nach längerem Gebrauch bilden lassen, für die schnell erwünschte Besprechung muß man sich bei der Beurteilung auf Stichproben stützen. Auf Grund dieser glaube ich, daß das Werk bei allen elektrischen Messungen mit Vorteil zu Rate zu ziehen ist. Etwas zu knapp scheinen mir die Wechselstrommessungen davongekommen zu sein, so ist z. B. die Frankesche Maschine, die bei Messungen in der Telegraphentechnik eine ausgedehnte Anwendung findet, nur in einer Anmerkung erwähnt, und nur als Beispiel für eine Sirene, ohne daß das Eigenartige der Methode berücksichtigt ist. Anderseits bin ich der Meinung, daß der erste Teil, die theoretischen Grundlagen, der über ein Fünftel des Buches umfaßt, sehr stark gekürzt werden könnte, vielleicht sogar ganz fortfallen oder in ein Ergänzungsbändchen verwiesen werden könnte, denn wer sich praktisch mit elektrischen Messungen befaßt, wird in den meisten Fällen doch bereits eine genügende Kenntnis der Elektrizitätslehre besitzen. Das betrifft aber alles nicht den Wert des Buches, über die Frage nach der Auswahl des Stoffes wird es immer widersprechende Ansichten geben. Ulfilas Meyer.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Die Treibmittel der Kraftfahrzeuge. Von Prof. Ed. Donath und Prof. A. Gröger. Mit 7 Abb. IV und 171 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 6,80 M.

Die staatliche Elektrizitäts-Großversorgung Deutschlands. Von Dr. A. Jung. Mit VI u. 121 S. in 8°. Verlag von Gustav Fischer. Jena 1918. Preis 4 M.

Sonderabdrucke.

G. Benischke. Die elektrischen Überspannungen in der Entwicklung der Hochspannungstechnik. „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1917, Heft 51.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Jenaer Elektricitätswerke A.G., Jena.[1]) Nach dem Bericht über das 15. Geschäftsjahr 1916 betrugen die Einnahmen 0,538 Mill. M (0,467 i.V.), der Reingewinn 0,122 Mill. M (0,126 i.V.); es sollen 4% Dividende (wie i.V.) auf 1,5 Mill. M Aktienkapital (2,4 i.V.) gezahlt werden. Die Stromlieferung betrug 1,591 Mill. kWh (1,438 i.V.).

Elektrizitätswerk Lonza A.G., Basel.[2]) Nach dem Bericht über das 20. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 8,228 Mill. Fr. (5,459 i.V.) und der Reingewinn 3,980 Mill. Fr. (2,563 i.V.). Es wird beantragt, 15% Dividende auf 12 Mill. Fr. Aktienkapital und 7½% auf 6 Mill. Fr. neue Aktien (10% auf 12 Mill. Fr. i.V.) zu zahlen. Inzwischen ist das Aktienkapital auf 24 Mill. Fr. erhöht worden.

Arbeitsmarkt.

Dezember 1917[3]). Die Geschäftslage im Bau von Dynamos, Elektromotoren, Transformatoren usw. hat sich gegen Vormonat und Vorjahr nicht geändert. Gute Geschäftslage wird aus der Industrie für elektrische Meßinstrumente berichtet. Gegenüber dem November war die Tätigkeit im allgemeinen außerordentlich rege; im Vergleich zu 1916 ergab sich ein bedeutend höherer Umsatz. Unangenehm fühlbar machte sich der Mangel an Facharbeitern, ferner kennzeichnen stetig steigende Löhne, Wechselschichten, Über- und Nachtarbeit die Geschäftslage. Die Schwachstromelektrotechnik meldet keine wesentliche Veränderung gegenüber dem Vormonat, dagegen nach wie vor eine Verbesserung gegenüber dem Vorjahr. Anhaltend stark zu tun hatte die Starkstromelektrotechnik, die sowohl gegenüber dem Vormonat wie gegenüber 1916 eine Verbesserung aufweist und mit Überstunden arbeiten muß. Gut bis sehr gut gestaltete sich der Beschäftigungsgrad für die Unternehmungen zur Einrichtung von elektrischen Anlagen und für Schalttafelbau; er war im allgemeinen der gleiche wie im November und besser als im Vorjahr. Bei den Kabelwerken war die Geschäftslage die gleiche wie im Vormonat und im Vorjahr; teilweise wird mit Tag- und Nachtschichten gearbeitet. 23 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. I. 1918 10 394 männliche (— 1,7% g.Vm.) und 12 095 weibliche (— 4% g.Vm.) Pflichtmitglieder. 25 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende Dezember 1917 zu insgesamt 17 072 (+ 1945 bzw. + 12,9% g.Vj.)[4]) an, die Zahl der Männer ist um 196 auf 9293 gesunken, die der Frauen hat um 2141 zugenommen. Angaben von 24 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 17 031 Beschäftigte (— 513 bzw. — 2,9% g.Vm.)[5]), darunter 9252 Männer (+ 23 g.Vm.); die Zahl der Frauen fiel um 536. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 262 Arbeitsgesuche vor, d. s. 29% der 916 angemeldeten offenen Stellen (32% von 1177 i.Vm.; 25% von 1529 i.Vj.)[6]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 194. Auf Preußen entfallen 157 Arbeitsgesuche, d. s. 31% von 499 Arbeitsgelegenheiten (30% von 676 i.Vm.; 26% von 893 i.Vj.); 117 Stellen kamen hier zur Besetzung. —*z.*

Außenhandel.

Großbritannien.[7]) Im November 1918 stellte sich für sämtliche Waren der Wert der Einfuhr zum eigenen Gebrauch auf rd 110 Mill. £ (94 i.Vm.; 89 i.Vj.), der der Ausfuhr eigener Erzeugnisse auf 43 Mill. £ (51 i.Vm.; 42 i.Vj.) und jener der Wiederausfuhr auf 3,7 Mill. £ (4,1 i.Vm.; 7,1 i.Vj.). Die Gesamteinfuhr in den ersten 11 Monaten 1917 betrug 980 Mill. £ (1916: 874; 1915: 783; 1914: 629; 1913: 698), die Ausfuhr eigener Erzeugnisse 488 Mill. £ (1916: 467; 1915: 350; 1914: 404; 1913: 482), die Wiederausfuhr 66 Mill. £ (1916: 92; 1915: 91; 1914: 90; 1913: 100).

Elektrotechnische Erzeugnisse kamen im Berichtsmonat für 0,255 Mill. £ (0,224 i.Vm.; 0,198 i.Vj.) ein; die Ausfuhr heimischer Herkunft belief sich auf 0,327 Mill. £ (0,345 i.Vm.; 0,447 i.Vj.), die Wiederausfuhr auf 5206 £ (14 296 i.Vm.; 44 667 i.Vj.). An der Einfuhr sind elektrische Maschinen mit 0,132 Mill. £ (0,113 i.Vm.; 0,065 i.Vj.), sonstige elektrotechnische Waren mit 0,123 Mill. £ (0,111 i.Vm.; 0,134 i.Vj.) beteiligt. Erstere kamen im Werte von 0,118 Mill. £ (0,129 i.Vm.; 0,137 i.Vj.), letztere für 0,209 Mill. £ (0,217 i.Vm.; 0,310 i.Vj.) zur Ausfuhr. Von der Wiederausfuhr entfallen 1241 £ (1154 i.Vm.; 2924 i.Vj.) auf elektrische Maschinen, 3965 £ (13 142 i.Vm.; 15 443 i.Vj.) auf andere elektrotechnische Erzeugnisse.

Im einzelnen waren u. a. beteiligt an der Einfuhr isolierte Drähte und Kabel mit 0,004 Mill. £ (0,002 i.Vm.; 0,017 i.Vj.) — darunter solche für Schwachstrom mit 0,002 Mill. £ (65 £ i.Vm.; 4655 £ i.Vj.) —, Telegraphen- und Fernsprechapparate mit 4740 £ (1125 i.Vm.; 15 880 i.Vj.), Lichtkohlen mit 7520 £ (3098 i.Vm.; 4261 i.Vj.), Glühlampen mit 7341 £ (6083 i.Vm.; 16 475 i.Vj.), Elemente und Akkumulatoren mit 0,041 Mill. £ (0,030 i.Vm.; 0,025 i.Vj.). An der Ausfuhr nahmen u. a. teil isolierte Drähte und Kabel mit 0,112 Mill. £ (0,076 i.Vm.; 0,254 i.Vj.) — darunter solche für Schwachstrom mit 0,098 Mill. £ (0,065 i.Vm.; 0,121 i.Vj.) —, Telegraphen- und Fernsprechapparate mit 14 278 £ (28 476 i.Vm.; 25 326 i.Vj.), Glühlampen mit 9379 £ (10 278 i.Vm.; 23 210 i.Vj.), Elemente und Akkumulatoren mit 7557 £ (10 481 i.Vm.; 15 730 i.Vj.), Meßinstrumente mit 10 084 £ (11 853 i.Vm.; 16 249 i.Vj.).

Die Ausfuhr der amerikanischen Elektroindustrie[1]). Wie „Electrical World", Bd. 70, S. 1026, mitteilt, betrug der Wert der Ausfuhr im Monat August 1917 3,607 Mill. $ (3,602 i.Vj.). Da die Preise sehr erheblich gestiegen sind, so erkennt man aus diesen Zahlen einen deutlichen Rückgang der Ausfuhrmenge gegen das Vorjahr; das gleiche gilt mit Bezug auf die Vormonate. Eine Steigerung weisen nur Batterien (1917: 0,243 Mill. $, 1916: 0,161) und Metallfadenlampen (1917: 0,178 Mill. $, 1916: 0,108) auf. Die Gesamtausfuhr für die ersten 8 Monate 1917 betrug 36,033 Mill. $ gegen 23,536 Mill. $ im gleichen Zeitraum des Jahres 1916 und 14,977 Mill. $ für die ersten 8 Monate 1915.

Firmenverzeichnis.

Elektrotechnische Fabrik Neheim, G. m. b. H., Neheim[2]). Gegenstand: Herstellung und Vertrieb von Metallwaren aller Art, insbesondere von elektrotechnischen Apparaten sowie Lieferung elektrischer Energie. Stammkapital: 0,35 Mill. M. Geschäftsführer: H. Zschaek, Ingenieur, Hagen i. W., und W. Cöppicus, Neheim.

Oberinn-Gesellschaft m. b. H., München[3]). Gegenstand: Gemeinsame Durchführung der Vorarbeiten für die Ausnutzung der Wasserkräfte des Inn von der Landesgrenze bis Attel, allenfalls bis Wasserburg, Beteiligung an anderen Unternehmungen ähnlicher oder gleicher Art. Stammkapital: 100 000 M. Geschäftsführer: Dipl.-Ing. L. Kurzmann, Charlottenburg.

Änderungen in der Verwaltung. Deutsche Telephonwerke G. m. b. H., Berlin. Neu in den Aufsichtsrat gewählt: J. Breul.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Neuendorf-Lauterbach (Rügen). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Nieder-Röversdorf, Kr. Schönau a. K.

Schweiz. Die „Elektro-Material", Zürich, hat ihr Aktienkapital um 0,15 auf 0,25 Mill. Fr erhöht.

Verschiedene Nachrichten.

Elektrizitätslieferung. In der Zeit von Oktober bis Dezember 1917 betrug die nutzbare Energieabgabe der Städtischen Berliner Elektrizitätswerke (einschl. Eigenverbrauch) 125,609 Mill. kWh (107,823 i.Vj.), dabei 18,660 Mill. kWh (19,248 i.Vj.) für Bahnbetrieb. Die Zahl der Abnehmer betrug Ende Dezember 1917 62 057 (+ 3983 g.Vj.), die Zahl der Hausanschlüsse 25 331 (+ 440 g.Vj.).

Abschluß des Heftes: 9. März 1918.

---

[1]) Bericht über 1912 vgl. „ETZ" 1913, S. 1411; 1916, S. 72.
[2]) Bericht über 1914/15 vgl. „ETZ" 1916, S. 128.
[3]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 1. Bericht über November vgl. „ETZ" 1918, S. 40.
[4]) Bei 381 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 18,4%, bei 89 der Maschinenindustrie + 17,0% g. Vj.
[5]) Bei 370 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 1,1%, bei 87 der Maschinenindustrie + 1,2% g. Vm.
[6]) Für alle Fächer bei Männern 54% 57 i.Vm.; 58 i.Vj.), bei Frauen 100% (109 i.Vm.; 123 i.Vj.) der Stellenanmeldungen.
[7]) Nach „Accounts relating to Trade a. Navigation", London, November 1917.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 143, 276, 400, 512, 532, 580.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 92.
[3]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 572; 1918, S. 8.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 21. März 1918.** **Heft 12.**

Bau großer Überlandnetze.

Von H. Roth, Danzig-Langfuhr.

Übersicht. Bei großen Überlandzentralen wird eine Regulierung der Mittelspannung durch Drehtransformatoren in den Zwischenstationen vorgeschlagen. Da diesen Drehtransformatoren nicht ohne weiteres die hohe Spannung zugeführt werden kann, wird statt der bisher üblichen Zwischenschaltung eines Stromtransformators dessen Einbau vor den Nullpunkt der Zwischentransformatoren empfohlen; ein dazu passender Schaltplan wird erläutert. Des weiteren wird untersucht, wie besonders bei landwirtschaftlichen Überlandzentralen sich die Anzahl der Zwischenstationen bei Wahl verschiedener Mittelspannungen und verschiedener Leiterquerschnitte ändert.

Überlandzentralen leiden meist unter sehr großen Schwankungen der Gebrauchsspannung. Dies kommt daher, weil der in Frage kommende Spannungsabfall sich zusammensetzt aus dem in den Hauptspannungs-, den Mittelspannungs- und den Niederspannungsleitungen, sowie in den Zwischen- und Ortstransformatoren. Würde also der Abfall in jedem dieser Teile nur 1% betragen, so würde doch schon der Gesamtabfall groß sein, in der Praxis kommen aber in manchen Teilanlagen wesentlich höhere Beträge vor. In Gleichstromzentralen kann man bekanntlich gute Spannungskonstanz dadurch erzielen, daß man außer den Verteilungsleitungen noch ein Speiseleitungsnetz baut und an den Speisepunkten die Gebrauchsspannung reguliert. Bei Überlandnetzen kann man ohne weiteres nicht auf diese Weise verfahren, man hat es vielmehr hierbei mit einem reinen Verteilungsnetz zu tun. Es ist nämlich schon das Hauptspannungsnetz kein richtiges Speiseleitungssystem, weil 1. nicht nach jeder Zwischenstation eine besondere Leitung gezogen werden kann, sondern aus wirtschaftlichen Gründen mehrere Zwischenstationen sozusagen hintereinandergeschaltet werden müssen; 2. für die nächste Umgebung das Hauptspannungsnetz mit den Zwischentransformatoren überhaupt wegfällt und 3. meist auch noch eine Energielieferung von mehreren Zentralstationen in Frage kommt. Wenn demnach also das ganze Überlandnetz ein reines Verteilungsnetz ist, so wird doch nicht die Spannung in der Zentralstation konstant gehalten, es wird vielmehr mit steigender Belastung die Zentralenspannung um einige Prozent erhöht. Hierdurch wird zwar der Spannungsabfall verringert, dafür können aber in manchen Netzteilen unliebsame Spannungserhöhungen auftreten.

Mit Drehtransformatoren kann auf automatischem Wege mittels Schnellregler sehr gute Spannungsregulierung erzielt werden. Würden alle Ortstransformatoren mit solchen automatisch betätigten Drehtransformatoren versehen werden, so würde auch bei den Überlandzentralen ausgezeichnete Spannungskonstanz erzielt werden können, außerdem wäre dann das ganze System der Haupt- und Mittelspannungsleitungen zur Speiseleitung geworden, es wäre also nicht mehr auf Selbstregelung durch Wahl geringer prozentualer Spannungsabfälle Bedacht zu nehmen, sondern es würde die Festsetzung der Spannung und der Leiterquerschnitte nur nach ökonomischen Rücksichten in der Weise zu treffen sein, daß die jährlichen Besitz- und Fortleitungskosten ein Minimum ergäben. Diese ziemlich ideale Spannungsregelung kann jedoch meist nicht gewählt werden, weil die Drehtransformatoren besonders bei automatischer Betätigung ziemlich teure Apparate sind, es ist daher nicht möglich, jeden kleinen Ort oder jedes Gut mit einer solchen Apparatur zu versehen. Handelt es sich jedoch schon um ein Ortsnetz für einige tausend Einwohner, so empfiehlt sich für dieses der Einbau eines Drehtransformators, da sich dann als weiterer Vorteil hierfür ein billiges Ortsnetz mit Speise- und Verteilungsleitungen ergibt, bei dem die mittlere Spannung der Speisepunkte durch einen in der Transformatorstation aufgestellten Drehtransformator geregelt wird. Bei landwirtschaftlichen Überlandzentralen wird sich ein Einbau von Drehtransformatoren in den meisten Stationen nicht lohnen, es wird aber zweckmäßig sein, statt dessen in den wenigen Zwischenstationen eine Regelung der Mittelspannung zu bewirken. Dies hat neben einer dadurch bedingten besseren Konstanz der Gebrauchsspannung noch den Vorteil, 1. daß das System der Hauptspannungsleitungen jetzt Speiseleitungsnetz wird, also nach ökonomischen Gesichtspunkten entworfen werden kann, und 2. daß die jeweilige Lage der Zentralstation keinen Einfluß mehr auf die Spannungsverhältnisse der Abnehmer ausübt.

Bei der Regelung von so hohen Spannungen, wie sie für die Mittelspannungen in Frage kommen — etwa 6000 bis 15000 V — bietet sich die Schwierigkeit, daß Drehtransformatoren dafür schlecht gegen Durchschlag betriebssicher gebaut werden können, ist doch der Aufbau ähnlich dem von Drehstrommotoren. Statt der Drehtransformatoren könnten auch Reguliertransformatoren mit Stufenschalter Verwendung finden, bei denen eine Regulierung durch Zu- und Abschalten von Windungen mittels eines einem Zellschalter ähnlichen Stufenschalters erfolgt; die Durchschlagsgefahr besteht bei diesen Apparaten nicht, dafür hat er aber andere unangenehme Eigenschaften. Es kann beim Drehtransformator die genannte Schwierigkeit dadurch umgangen werden, daß einmal in ihm nur Niederspannung benutzt und in die Mittelspannungsleitung ein Stromtransformator eingeschaltet wird, wie dies Abb. 1 zeigt, oder dadurch, daß der Drehtransformator vor dem Nullpunkt der Mittelspannungsseite eingebaut wird (Abb. 2), wodurch der Stromtransformator entbehrt werden kann. Meines Wissens ist bisher eine solche Schaltung noch nicht versucht worden, ich gebe daher in Abb. 3 an, wie das Schaltbild einer solchen Zwischenstation etwa auszusehen hätte; als Überspannungsschutz sind hierbei Hörnerableiter und Drosselspulen vorgesehen. Die ankommende Hauptspannung (Speiseleitung) von etwa 50 000 V ist über einen Ölschalter zu den 50 000 V-Sammelschienen geführt, an diese sind über Maximalölschalter mit Schutzspulen und Zeitauslösung drei Transformatoren mit einem Übersetzungsverhältnis von etwa 50000/10000 V angeschlossen. Auf der Sekundärseite der Transformatoren (10000 V) werden die drei Drehstromphasen nicht verkettet, es sind vielmehr alle 6 Endpunkte zu Isolatorklemmen geführt, 3 hiervon sind über Maximalölschalter mit Schutzspulen und Zeitauslösung und über einen Stromtransformator an die Sammelschienen für 10 000 V geleitet, die anderen 3 Klemmen durch je einen Trennschalter mit einem Sammelschienensystem verbunden, an das die Hauptstromspulen des Drehtransformators angeschlossen sind. Zwischen Sammelschiene und Drehtransformator sind noch eingeschaltet ein Stromtransformator, um das kompensierte Kontaktvoltmeter zu beeinflussen, und ein dreipoliger Trennumschalter, durch den beim Abschalten des Drehtransformators die 3 Phasen in Stern geschaltet werden[1]). Dieser Nullpunkt ist ebenso wie der Nullpunkt des Drehtransformators über eine Erdungsspule an Erde gelegt, um statische Ladungen abführen zu können. Sind Transformatoren bei wechselnder Belastung zu- oder abzuschalten, so müssen die betreffenden Ölschalter auf der 50000 V- und auf der 10000 V-Seite betätigt werden. Ist an einem abgeschalteten Transformator eine Reparatur vorzunehmen, so sind außer dem zu den Ölschaltern gehörigen Trennschalter noch die Trennmesser zwischen dem Transformator und den Sammelschienen des Drehtransformators zu öffnen. An die 10000 V-Sammelschienen ist angeschlossen ein Spannungstransformator für das Kontaktvoltmeter, ein Drehstrom-Spannungstransformator mit 3 Volt-

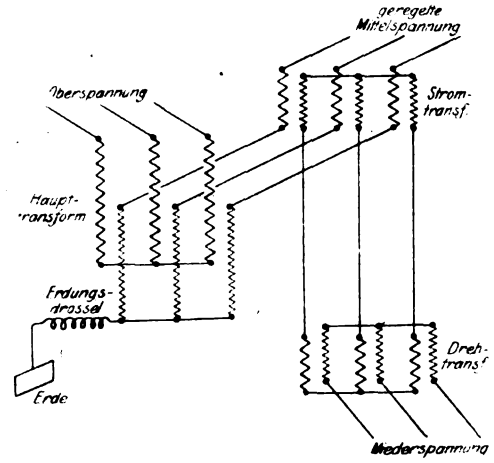


Abb. 1. Regelung der Mittelspannung durch Drehtransformator und zwischengeschalteten Stromtransformator.

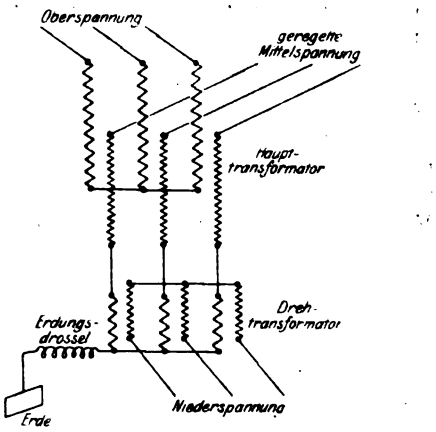


Abb. 2. Regelung der Mittelspannung durch Drehtransformator vor dem Nullpunkte des Haupttransformators.

[1]) Dieser Trennumschalter muß den Drehtransformator automatisch abschalten, wenn dessen Erregerwicklung durch irgend eine Ursache stromlos wird, um eine Drosselwirkung zu verhüten.

Digitized by Google

metern zur Messung des Isolationswiderstandes über Maximalölschalter mit Zeitauslösung 2 Transformatoren mit einem Übersetzungsverhältnis von etwa 10 000/380 V, sowie 4 abgehende Mittelspannungsleitungen für 10 000 V (Verteilungsleitungen). Von den 380 V-Sammelschienen wird einmal das Niederspannungsnetz einer Ortschaft versorgt, ferner die Erregerwicklung des Drehtransformators und der Steuermotor des Reglers. Als Regler wird zweckmäßig ein sogenannter kompensierter gewählt, der aus zwei gegeneinander geschalteten Drehstrommotoren besteht; dieser bietet den Vorteil, daß Grundspannung und geregelte Spannung gleiche Phase besitzen; dies ermöglicht die Speisung einer Leitung von zwei Zwischenstationen aus. Von einer vollständigen Reserve wird beim Drehtransformator abgesehen werden können; es wird vielmehr nur eine Reserve in der Zentralstation zur Verfügung gehalten werden müssen, die im Bedarfsfalle nach der Zwischenstation geschickt wird.[1]) Solange der Drehtransformator nicht benutzt werden kann, wird er durch den dreipoligen Trennumschalter abgeschaltet, die Regelung der Spannung dieser Zwischenstation wird für die Dauer der Störung von der

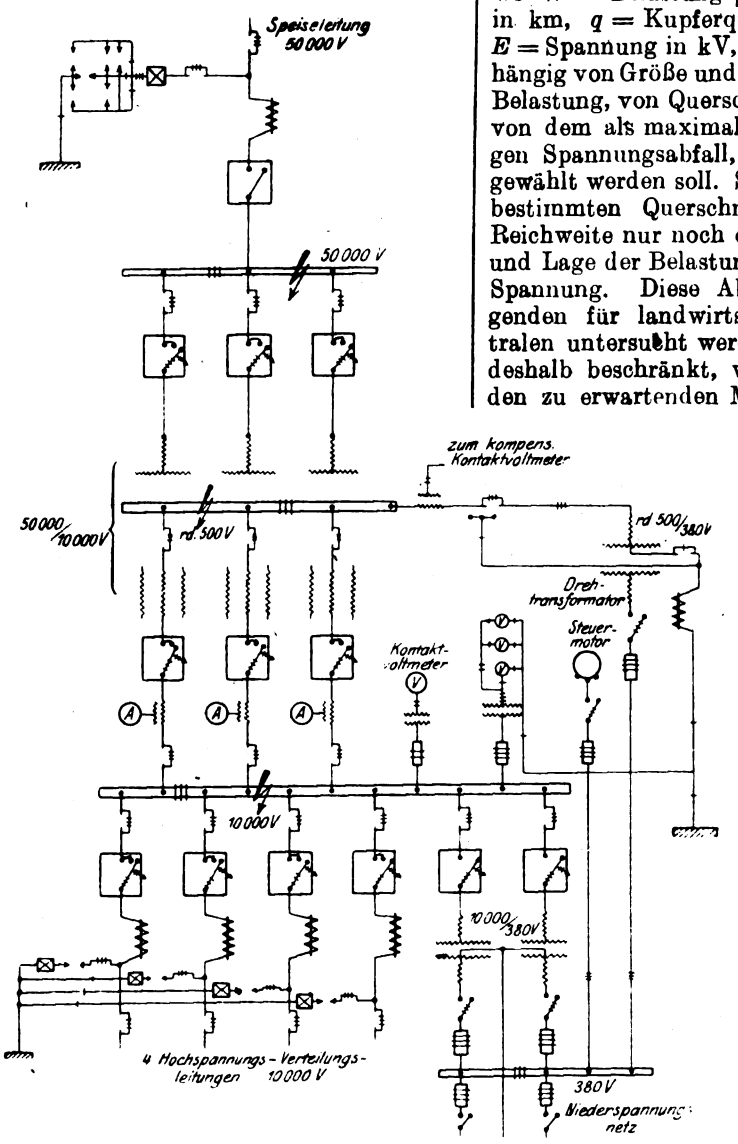


Abb. 3. Schaltbild einer Zwischenstation mit Regelung der Mittelspannung durch einen Drehtransformator, der vor dem Nullpunkt des Haupttransformators eingeschaltet ist.

nungsabfalls durch diese Spannungserhöhung ausgeglichen wird.

Durch die Regelung der Mittelspannung in den Zwischenstationen übt auf die Gebrauchsspannung nur noch Einfluß aus der Spannungsabfall in den Mittelspannungsleitungen, den Ortstransformatoren und den Niederspannungsleitungen. Der Abfall in den Transformatoren beträgt bei Vollast etwa 2%, in dem Niederspannungsnetz kann man — besonders bei Anwendung des Drehstrom-Vierleitersystems mit 380 V — auch mit 2% auskommen (nur für kleinere Orte, da sonst besonderer Drehtransformator); man wird deshalb für das Mittelspannungsnetz noch etwa 4% Abfall zulassen können, so daß die größten Spannungsschwankungen dann ± 4% betragen könnten.

Im folgenden soll für solche Spannungsschwankungen die Reichweite einer Zwischenstation und deren Abhängigkeit von Mittelspannung und Querschnitt bestimmt werden. Da die Gleichung für den Spannungsabfall in Drehstromnetzen bei Vernachlässigung von Selbstinduktion und Kapazität lautet:

$$\delta\,^0/_0 = \frac{1{,}75\,.\,W\,.\,l}{q\,.\,E^2\,.\cos\varphi},$$

wo W = Belastung in kW, l = Entfernung in km, q = Kupferquerschnitt in mm² und E = Spannung in kV, so ist die Reichweite abhängig von Größe und Lage der zu erwartenden Belastung, von Querschnitt und Spannung und von dem als maximal angenommenen zulässigen Spannungsabfall, der nach obigen zu 4% gewählt werden soll. Setzt man zunächst einen bestimmten Querschnitt voraus, so ist die Reichweite nur noch eine Funktion von Größe und Lage der Belastung und von der Höhe der Spannung. Diese Abhängigkeit soll im folgenden für landwirtschaftliche Überlandzentralen untersucht werden; auf diese wird sich deshalb beschränkt, weil nur bei diesen über den zu erwartenden Maximalbedarf und über dessen Verteilung einigermaßen zutreffende Voraussetzungen gemacht werden können. Jede Zwischenstation soll ein Gebiet von kreisförmiger Fläche versorgen, in deren Mittelpunkt sie liegt, die Transformatorstationen sollen gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt sein.

Erfahrungsgemäß tritt bei landwirtschaftlichen Überlandzentralen das Maximum des Energiebedarfs in der sogenannten Dreschperiode auf. Bei Annahme einer vollständigen Elektrisierung des Landes wird es deshalb den wirklichen Verhältnissen ziemlich entsprechen, wenn der Maximalbedarf proportional der angeschlossenen Ackerfläche oder auch proportional der ganzen Fläche in km² gesetzt wird, weil das Verhältnis der mit Körnern bebauten Fläche zu der Gesamtfläche in den Landwirtschaft betreibenden Gegenden nur sehr wenig schwankt. Man kann daher in die obige Gleichung für die Belastung auch die Fläche einführen, d. h. die Belastung gleich $c_0\,.\,r^2\pi$ setzen, wo c_0 eine Konstante ist, die angibt, wieviel kW Belastung f. d. Flächeneinheit in der Maximalstunde zu erwarten ist und als „Anschlußgröße" bezeichnet werden kann, und r der Halbmesser der kreisförmigen Fläche, die Reichweite ist. Die in der Formel vorkommende Länge, welche in jedem Falle den Abstand von der Zwischenstation bis zur Verbrauchsstelle bedeutet, ist für jeden Dreschmotor verschieden. Der Einfachheit wegen rechnet man nach dem Schwerpunktsprinzip und führt eine mittlere Länge $c_l\,r$ ein, an deren Ende man sich den gesamten Verbrauch abgenommen denken kann; die Größe c_l wird hauptsächlich von der Art der Leitungsführung abhängen und kann als „Netzgröße" bezeichnet werden. Bei Einführung dieser neuen Größen in die Formel ergibt sich

$$\delta\,^0/_0 = \frac{1{,}75\,.\,c_0\,r^2\,\pi\,.\,c_l\,.\,r}{q\,.\,E^2\cos\varphi} = c'\,\frac{r^3}{q\,E^2},$$

wo $$c' = \frac{1{,}75\,\pi\,c_0\,c_l}{\cos\varphi}.$$

Da zunächst ein bestimmter Querschnitt vorausgesetzt werden sollte, ergibt sich also $\delta\,^0/_0 = c''\,\frac{r^3}{E^2}$, d. h. geht man mit δ immer bis an die Maximalgrenze heran, so muß die Mittelspannung sich ändern wie die $^3/_2$ Potenz der Reichweite.

Um in allen Fällen gleiche Verhältnisse zu haben, soll noch vorausgesetzt werden, daß von den Zwischenstationen aus die Verteilungsleitungen als offene Leitungen (Strahlenleitungen) verlegt werden und daß von jeder Station etwa 4 Leitungen ausgehen sollen, so daß jede Strahlenleitung einen Kreisquadranten mit elektrischer Energie zu versorgen hat. Das elektrische Moment wird nun noch wesentlich davon abhängen, in welcher Weise die abseits gelegenen Transformatorstationen an die Hauptstränge angeschlossen sind, d. h. es kommt an auf die Netzgröße c_l. Es mögen 2 Extremfälle behandelt werden.

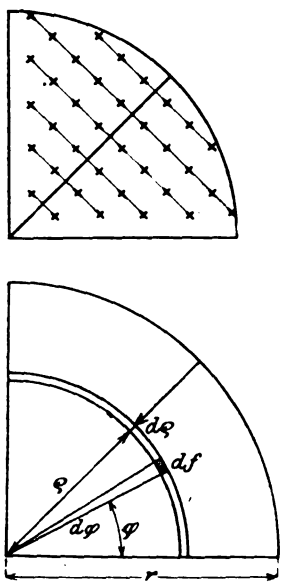


Abb. 4.

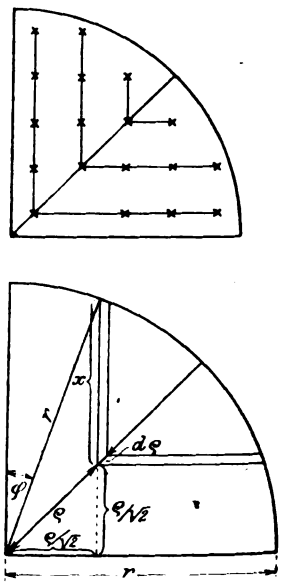


Abb. 5.

Bei dem in Abb. 4 dargestellten Leitungsnetze ist die Anschlußleitung der einzelnen Stationen unter rechtem Winkel von der Hauptleitung abgenommen. Hierdurch wird ein großes Moment erhalten, da die meisten Stationen in weiter Entfernung von der Zwischenstation an die Hauptleitung angeschlossen sind. Noch größer würde das Moment sein.

[1]) Wenn ein Leiter der Mittelspannungsleitung Erdschluß, dadurch also der Drehtransformator erhebliche Spannung gegen Erde erhält, so ist dieser dadurch doch nicht besonders gefährdet, weil infolge der Vorschaltung der großen Transformatoren Überspannungen von den Drehtransformatoren abgehalten werden und daher die Statoren auch noch für solche Spannungen bis zu etwa 10 000 V einwandfrei hergestellt werden können.

Digitized by Google

wenn wir extrem annehmen, daß an jedem Leiterelement der Hauptleitung die zugehörige Ringfläche des Kreisquadranten angeschlossen wäre. In diesem Falle wäre an dem äußersten Leiterstück der größte Anschlußwert, entsprechend der größten Fläche, vorhanden, während an dem der Zwischenstation nächstgelegenen Leiterstück überhaupt nichts angeschlossen sein würde. Das Moment der elektrischen Belastung würde dann sein für jedes Leiterelement $df \cdot \varrho$, wo $df = \varrho\, d\varrho\, d\varphi$, das gesamte Moment ist; demnach

$$\int_0^{\varrho}\int_0^{\varphi} \varrho\, d\varrho\, d\varphi \cdot \varrho = \frac{r^3}{6}\pi = c_l' \cdot r^3,$$

in diesem Falle ist also $c_l' = \frac{\pi}{6} = 0{,}525$.

Ein wesentlich kleineres Moment wird man erhalten, wenn man die Verästelungen unter einem Winkel von 135° vornimmt (Abb. 5). Jetzt ist das Umgekehrte des vorigen Falles vorhanden; denn im äußersten Leiterpunkte ist jetzt keine Belastung vorhanden, während unmittelbar an der Station das Leiterstück den größten Anschlußwert aufweist. An das Leiterstück $d\varrho$ im Abstande ϱ von der Station ist jetzt angeschlossen die Fläche $2\,x\,\frac{d\varrho}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}\,x\,d\varrho$. Die Ausrechnung des gesamten Momentes ergibt eine Netzgröße $c_l'' = 0{,}277$. Es verhalten sich also die resultierenden Momente in den Abb. 4 und 5 ungefähr wie 2 : 1. Bei einer Leitungsverlegung nach Abb. 4 würde auch noch durch die praktisch notwendige Ausführung der Stichleitungen eine Vergrößerung des theoretisch auftretenden, maximalen Spannungsabfalles eintreten, während dies bei der Anordnung nach Abb. 5 nicht der Fall ist.

In praktischen Fällen wird eine Ausbildung des Netzes nach Abb. 5 deshalb anzustreben sein, wegen der Notwendigkeit, im einzelnen mehr oder weniger davon abzuweichen, wird man im Mittel ein $c_l = 0{,}4$ benutzen können. Zur numerischen Berechnung des Momentes bedarf man noch der Anschlußgröße c_0. Diese würde man erhalten, wenn man den f. d. Flächeneinheit zu erwartenden Energiebedarf in kWh dividieren würde durch die mittlere Benutzungsdauer. Zum Dreschen von 1 Morgen Ackerland werden etwa 5 kWh benötigt, für 1 km² Ackerland also 2000 kWh. In Gegenden mit geringem Forstbestande ist ungefähr die Hälfte der ganzen Fläche mit Körnerfrucht bebaut, man kann deshalb auf 1 km² Fläche mit durchschnittlich 1000 kWh Dreschbedarf rechnen unter Voraussetzung einer vollständigen Elektrisierung des Landes. Die Dreschperiode selbst erstreckt sich etwa über 4 Monate, das Dreschen vollzieht sich also in ungefähr 1000 h, die Größe c_0 kann deshalb gleich 1/km² Fläche geschätzt werden. Man wird c_0 um so kleiner annehmen, je mehr Forstbestand und Seen in dem zu versorgenden Gebiet vorhanden sind und je weniger an eine vollkommene Elektrisierung gedacht werden kann. Etwa vorhandene Dauerabnehmer, wie industrielle und gewerbliche Unternehmer, können durch entsprechende Erhöhung des Wertes c_0 berücksichtigt werden.

Ein Beispiel möge zur Veranschaulichung dienen: Die zu versorgende Kreisfläche habe einen Radius $r = 60$ km, der gesamte Flächeninhalt ist dann 11 300 km², es sei Anschlußgröße $c_0 = 0{,}7$, Netzgröße $c_l = 0{,}4$ und $\cos\varphi = 0{,}8$. Soll für das ganze Gebiet nur eine Zwischenstation (die Zentrale) gebaut, jeder Kreisquadrant mit einer Strahlenleitung versorgt und als Kupferquerschnitt 16 mm² genommen werden, so muß die Spannung 40 000 V sein, damit δ nicht größer als 4% wird. Ist hiermit für eine Reichweite (60 km) die minimal zu verwendende Übertragungsspannung (40 kV) bei einem bestimmten Querschnitt (16 mm²) festgelegt, so lassen sich für beliebige andere Spannungen die Reichweiten ermitteln durch das oben abgeleitete Gesetz, daß die Spannung sich ändern muß wie die $^3/_2$ Potenz der Reichweite; des weiteren ergibt sich die Anzahl der Zwischenstationen dadurch, daß die ganze Fläche dividiert wird durch die zur jeweiligen Reichweite r gehörigen Fläche $r^2\pi$. In der Zahlentafel 1 ist die Berechnung für verschiedene Mittelspannungen gegeben und in Abb. 6 ist das Ergebnis aufgetragen.

Zahlentafel 1.

Spannung in kV	Reichweite r in km	$\frac{r^3}{E^2}$	Fläche $r^2\pi$ in km²	Anzahl der Zwischenstationen (11 300 : $r^2\pi$)
40	60	135	11 300	1
30	49,5	135	7 700	1,47 (2)
20	37,8	135	4 500	2,52 (3)
15	31,2	135	3 050	3,71 (4)
10	23,8	135	1 780	6,35 (6)
6	17,0	135	910	12,4 (12)
3	10,65	135	355	31,8 (32)
1	5,12	135	82	138

Hat man sich für eine bestimmte Mittelspannung entschieden — etwa 10 000 V — und untersucht für diese bestimmte Spannung

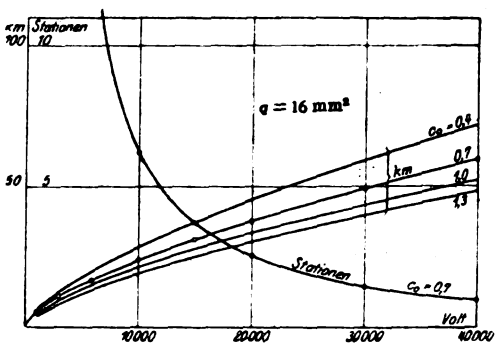


Abb. 6. Abhängigkeit der Reichweite von der Spannung.

die Abhängigkeit der Reichweite von der Wahl des Querschnittes, so ergibt sich $\delta\% = c\,\frac{r^3}{q}$, d. h. der Querschnitt muß sich ändern wie die dritte Potenz der Reichweite. Da nach Zahlentafel 1 für 10000 V und 16 mm² Kupferquerschnitt die Reichweite 23,8 km beträgt, so erhält man für andere Querschnitte die in Zahlentafel 2 ermittelten Reichweiten, das Ergebnis ist in Abb. 7 aufgetragen.

Zahlentafel 2.

Querschitt q in mm²	Reichweite r in km	$\frac{r^3}{q}$	Fläche $r^2\pi$ in km²	Anzahl der Zwischenstationen (11 300 : $r^2\pi$)
4	15,0	845	710	16
6	17,2	845	930	12,1 (12)
10	20,4	845	1 300	8,7 (9)
16	23,8	845	1 780	6,35 (6)
25	27,6	845	2 400	4,7 (5)
35	31,0	845	3 000	3,8 (4)
50	34,8	845	3 800	3,0
70	39,0	845	4 760	2,4 (2)
90	43,0	845	5 800	1,95 (2)

Für andere Mittelspannungen ergeben sich die gleichen Kurven, wenn die Maßstäbe geändert werden; für eine Mittelspannung von 20000 V ist der Maßstab für die Reichweite so zu wählen, daß bei 16 mm² die Reichweite 37,8 km beträgt, d. h. der Maßstab muß 1,59-mal so groß sein. Um die Anzahl der Zwischenstationen zu erhalten, ist der Maßstab $1{,}59^2 = 2{,}52$-mal kleiner zu wählen.

Die obigen Untersuchungen zeigen, daß mit Verringerung der Mittelspannung die Anzahl der Zwischenstationen größer wird, dadurch aber auch die Länge der Hauptspannungsleitungen; d. h. die Anlagekosten des Speisenetzes einschließlich der Zwischenstationen wachsen beträchtlich mit Verringerung der Mittelspannung. Anderseits werden aber Mittelspannungsnetz und normale Transformatorstationen um so billiger hergestellt werden können, je kleiner die Mittelspannung gewählt wird, da außer den elektrischen Apparaten und Transformatoren auch die Transformatorhäuser selbst billiger werden. Es ist

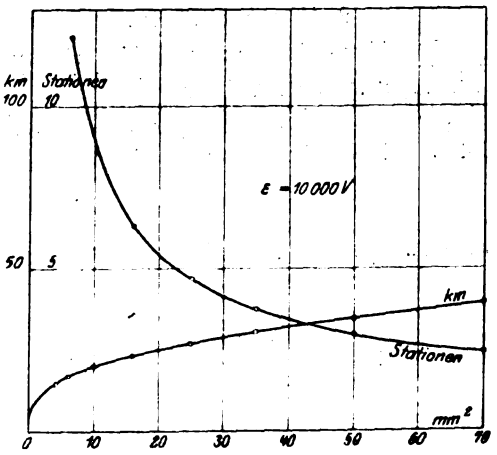


Abb. 7. Abhängigkeit der Reichweite vom Querschnitt.

deshalb nicht ohne weiteres zu entscheiden, welcher Mittelspannung der Vorzug zu geben ist, es wird vielmehr für jede Anlage eine eingehende Durchrechnung erforderlich sein. Je dichter die Transformatorstationen aneinanderliegen, um so mehr werden Ersparnisse an diesen ins Gewicht fallen, d. h. um so geringer wird die Mittelspannung zu wählen sein. Nach meinen bisherigen Berechnungen scheint bei landwirtschaftlichen Überlandzentralen bei Hauptspannungen bis zu 50 000 V eine Mittelspannung von 15 000 V, wie sie jetzt vielfach verwendet wird, nicht die wirtschaftlichste zu sein, sondern 6000 oder 10 000 V; die niedrigere Mittelspannung wird in Frage kommen bei Hauptspannungen von 80 000 bis 40 000 V, die Spannung von 10 000 V bei Hauptspannungen von 50 000 V. Sind die Hauptspannungen noch größer, so wird auch die Mittelspannung höher gewählt werden müssen, damit das Speisenetz mit den Zwischenstationen nicht allzu große Unkosten verursacht. Bei ganz hohen Spannungen (100 000 V) müssen zwei Mittelspannungen (etwa 50 000 und 10 000 V) genommen werden.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.[1])

Nr. 120.[2])

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird folgende Form von Elektrizitätszählern dem unten stehenden, beglaubigungsfähigen System eingereiht.

Zu System $\frac{\text{AZ}}{87}$ die Form AZ 1, Magnetmotorzähler für Gleichstrom, hergestellt von der Körting & Mathiesen A. G. in Leutzsch-Leipzig.

Charlottenburg, den 25. Januar 1918.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
gez. E. Warburg.

---

[1]) „Zentralblatt für das Deutsche Reich" 1916, S. 108.
[2]) Zu den Bekanntmachungen Nr. 47 bis 119 ist ein Inhaltsverzeichnis mit Titelblatt herausgegeben, das von dem Verlag Julius Springer in Berlin W. 9, Linkstr. 23/24, bezogen werden kann.

Digitized by Google

Beschreibung.

Zusatz zu System $\frac{\square}{87}$.

Form AZ 1, Magnetmotorzähler für Gleichstrom, hergestellt von der Körting & Mathiesen A. G. in Leutzsch-Leipzig.

1. Formen und Meßbereiche.

Die Zähler der Form AZ 1 können als Zweileiterzähler für Nennstromstärken bis 50 A beglaubigt werden.

2. Eigenschaften.

Die Form AZ 1 unterscheidet sich von der Form AZ (vgl. Bekanntmachung 102, S. 437)[1]) dadurch, daß der Spannungsabfall an dem Nebenschlußwiderstand des Zählers auf 1,4 V bei Nennbelastung gesteigert ist.

Erfahrungen der italienischen Staatseisenbahnen mit Drehstrom-Fahrleitungen.

Gleichzeitig mit der, vor einigen Jahren einsetzenden, Verstaatlichung der in Privatbesitz befindlichen italienischen Eisenbahnen[2]) wurde der Beschluß gefaßt, das Gesamtnetz so bald als möglich von Dampf- auf elektrischen Betrieb umzubauen. Dieser Entschluß des kohlenarmen aber wasserreichen Landes ist aus volkswirtschaftlichen Gründen sehr leicht begreiflich, seiner Ausführung standen aber von vornherein recht erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Anderseits war im Hinblick auf die bisher gesammelten Erfahrungen mit elektrischen Lokomotiven eine gewisse Erleichterung dadurch geschaffen, daß die Ausschachtung alter Dampflokomotiven in beschleunigterem Maße durchgeführt werden konnte und deren Ersatz durch die leistungsfähigere elektrische Lokomotive eine willkommene Gelegenheit zur Verbesserung der recht mannigfachen und teilweise recht minderwertigen Dampflokomotiven bot. Eine weitere Erleichterung bestand in der Wahl des Betriebssystems für den elektrischen Betrieb.

Abweichend von dem Vorgehen vieler anderer europäischer und amerikanischer Bahnverwaltungen, die sich für Anlagen mit einfachen Fahrleitungen und Betrieb mit hochgespanntem Einphasen- oder Gleichstrom entschlossen haben, war die italienische Staatsbahnverwaltung an die Verwendung von Drehstrom mit zweipoliger Fahrleitung gebunden, wollte sie nicht eine große Anzahl vorhandener Anlagen vollkommen umbauen. Die vorhandenen Anlagen sind aus nachstehender Zusammenstellung zu entnehmen[3]).

keiten in den vielen hundert Weichenanlagen der Bahnhöfe hat man sich für die Queraufhängung entschieden, obwohl die Möglichkeit, Drehstromleitungen auch als Längsaufhängung auszuführen, auf der 8 km langen, zweigleisigen Strecke Lecco—Calolzio erbracht wurde. Das Kilometer dieser Drehstrom-Fahrleitung, die wegen der Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h mit einer Mastentfernung von 20 bis 30 m ausgeführt wurde, hat 20 000 M für 1 Gleis, d. h. 40 000 M/km zweigleisiger Strecke gekostet. An Unterhaltungskosten wurden im Durchschnitt der abgelaufenen 10 Betriebsjahre 400 M/km und Jahr verausgabt. Die Zickzack-Führung der Fahrleitung hat der Ausführung große Schwierigkeiten entgegengestellt und zu starkem Pendeln der Stromabnehmer geführt. Hierdurch entstand verschiedentlich ein ungleicher Gang der Triebmotoren, der noch durch die Änderungen in der Bahnhöhe erheblich fühlbarer wurde. Die Verkleinerung des Abstandes der Maste auf 20 m unter gleichzeitiger Verringerung des Bügeldruckes hat die Verhältnisse etwas verbessert, die Kosten aber auf 28 000 bzw. 56 000 M/km erhöht.

Um die bereits fertiggestellten und im Betrieb befindlichen sowie die noch neu einzurichtenden Strecken möglichst einheitlich auszurüsten, wurde beschlossen, die alten Holzjoche und Maste mit Auslegern so bald als möglich durch Querträger oder Drähte an gegenüberstehenden Mannesmannrohrmasten zu ersetzen. Nur auf Bahnhöfen mit ganz einfacher Gleisentwicklung dürfen Auslegermaste mit 16 bis 18 m Mastabstand verwendet werden. Der Mastabstand auf freier Strecke beträgt 30 bis 33 m, in Einschnitten 20 bis 25 m und in Gleiskrümmungen bis 400 m Halbmesser nicht mehr als 20 m. Diese Abmessungen gelten für Fahrleitungen von 2×50 mm² mit einem Zug von 300 kg bei 5 kg Bügeldruck. Gleichzeitig wurde die Herstellung einer Einheitsaufhängung für zwei doppeldrähtige Fahrleitungen, mit doppelter Isolation gegen Erde, angestrebt. Bisher sind 3, in den Einzelheiten verschiedene Bauarten solcher Leitungsträger zur Anwendung gekommen, die aber alle die gleichen, nachstehend genannten Hauptmerkmale zeigen:

1. Der vollständige Träger bildet einen im großen herstellbaren, für sich abgeschlossenen Bestandteil der Leitungsanlage.
2. Dieser Träger wird senkrecht zur Gleisachse an dem Leitungsgestänge mittels einstellbarer Verschraubungen befestigt.
3. Jeder Träger besteht aus einem Längsstück, an dessen Enden 2 Isolatoren befestigt sind, die ihrerseits wieder die eigentliche Befestigung für die Fahrdrahtisolatoren tragen.
4. An jedem Träger bzw. an dem Querstück desselben ist für jede Phase der Drehstromleitung ein Isolator, d. h. im ganzen sind 2 Fahrdrahtisolatoren am Träger befestigt.
5. Am unteren Ende eines jeden Fahrdrahtisolators sitzt die Fahrdrahtklemme, die, wie oben bereits erwähnt, je nach dem einzubauenden Leitungsquerschnitt für ein oder zwei runde Profildrähte geformt ist.

Zahlentafel 1. Mit Drehstrom betriebene Vollbahnen in Italien.

Linie	Betriebseröffnung	Längen eingleisig km	Längen zweigleisig km	Längen Verschiebegleise km	Längen Gesamtlänge km	Haltepunkte Anzahl	Gleiswechsel Anzahl	Leitungsquerschnitt mm²
Valtellina	1902	105	—	20	125	17	49	1×50
Alte Giovi	1910	—	50	60	110	12	400	2×50
Neue Giovi	1914	—						
Mont-Cenis	1912	24	36	20	80	8	108	2×50
Savona - Ceva	1914	45	—	25	70	9	91	2×50
Monza—Lecco	1915	30	7	10	47	9	100	2×100
Turin—Pinerolo	1916	37	—	23	60	8	72	1×50
Sampierdarena—Savona	1916	40	—	15	55	9	50	1×50

Über die bisherigen Erfahrungen mit diesen umfangreichen Fahrleitungsnetzen liegen bereits bemerkenswerte Mitteilungen vor, aus denen zu entnehmen ist, daß eine Klärung schwer zu entscheidender Fragen bereits teilweise erfolgen konnte und teilweise in absehbarer Zeit einer Lösung näher gebracht werden dürfte.

Eine der schwierigsten Fragen, die zu entscheiden war, bestand in der Wahl zwischen den beiden Gruppen von Fahrleitungsaufhängungen:

a) Aufhängung an isolierten Querdrähten oder kurz „Queraufhängung".

b) Aufhängung auf einem, über der ganzen Länge parallel zur Gleisachse laufenden, Tragseil, oder kurz „Längsaufhängung".

Im Hinblick auf die vielen und langen Tunnel und mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten

Die Abweichungen in den drei bisher verwendeten Bauarten bestehen, wie aus Abb. 1 bis 4 zu entnehmen ist, in der Verwendung verschieden geformter Isolatoren, Querstreben und Fahrdrahtklemmen sowie in der Befestigungen des Trägers am Gestänge. Auf der geraden Strecke und in Krümmungen kommt an jedem Mastpunkte ein solcher Träger zur Verwendung. In Weichen werden vier solcher Träger an einer besonderen Längskonstruktion vereinigt und diese am Leitungsgestänge, entsprechend der Weichenlage, befestigt. Als Einheitsträger in den Tunnelanlagen kommen ähnliche Bauarten zur Verwendung. Diese müssen mit Rücksicht auf den z. Zt. noch bestehenden Dampflokomotivbetrieb bzw. den dadurch auftretenden schwefelsauren Rauchdämpfen, gegen Säurezerstörung geschützt werden, indem man alle Eisenteile kräftig verzinkt oder durch Bronze ersetzt. Auch die Form der Isolatoren mußte im Hinblick auf die Rauchentwicklung besonders sorgfältig ausgeführt werden. Jeder Isolator wird vor dem

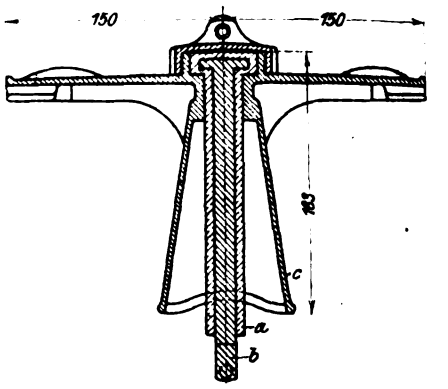


Abb. 1. Fahrleitungsisolator der italienischen Staatsbahnen (Bauart Valtellina).

Einbau mit einer Überspannung von rd 4000 V geprüft.

Zur Zeit sind noch vier verschiedene Ausführungen von Isolatoren in Verwendung:

1. Ambroinisolatoren (Valtellina-Linie);
2. B. B. (Brown - Boveri) - Isolatoren (Giovi-Linie);
3. F. S. (Ferrovie della Stato)-Isolatoren (Cenis-Linie).
4. Glockenisolatoren (sogenannte Succursale-Isolatoren).

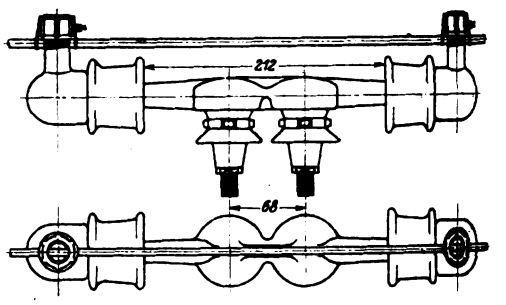


Abb. 2. B. B. Fahrleitungsisolator der Giovi-Linie.

Zu 1. Die Ambroinisolatoren (Abb. 1) sollen sich auf der Valtellinabahn gut bewährt haben. Sie sind auch heute noch im Betrieb

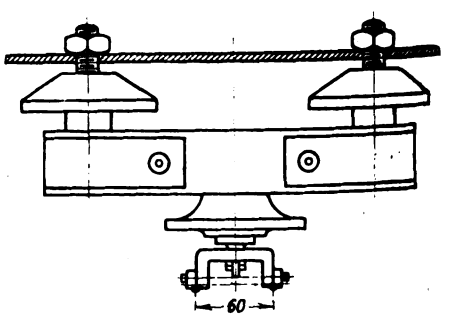


Abb. 3. Fahrleitungsisolator F. S. der Mont-Cenis-Linie.

und bestehen aus einem langen kräftigen Ambroinrohr *a*, das einen Stahlkern *b* mit Endschraube dicht umfaßt. Das Ganze sitzt eingepreßt in einer, mittels Ösen am Leitungsträger befestigten, Gußeisenmanschette *c*. Sie sind sehr leicht und billig. Das Stück kostet zu Friedenspreisen 9,50 M.

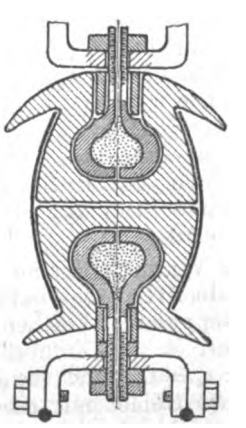


Abb. 4. Glockenisolator für die Fahrleitung der Nebenlinie der Giovi-Linie.

Zu 2. Die Isolatoren B. B. wurden von Brown-Boveri für die Giovi-Linie geliefert. Sie sind aus Porzellan gefertigt und glockenförmig. Wie aus Abb. 2 zu entnehmen ist, sind je zwei solcher Isolatoren mittels rechtwinkliger Gußfassungen, horizontal gegenüber an einem Spanndraht festgeklemmt und durch ein besonderes Querstück, das die 2 Fahrdrahtisolatoren trägt, miteinander verbunden. Auf offener Strecke sollen gute Erfahrungen in den ersten 6 Betriebsjahren damit gemacht worden sein, während sie sich nach anderen Angaben in Tunneln nicht bewährt haben.

[1]) „ETZ" 1915, S. 408.
[2]) „ETZ" 1910, S. 703.
[3]) Nach „Génie Civil", Bd. 68, S. 305.

Digitized by Google

Zu 3. Die Isolatoren F. S. sind äußerst kräftig gebaut (Abb. 3). Je drei Glockenisolatoren mit abwärts liegender Öffnung sind an einem kräftigen, wagerechten Holzträger vereinigt; zwei derselben sind an einem Querdraht aufgehängt während der dritte die Fahrdraht-Doppelklemme trägt. Mit diesen Isolatoren wurden recht schlechte Erfahrungen gemacht. Insbesondere bei Regenwetter hat man unter Entladungserscheinungen stark zu leiden gehabt, und durch Materialspannungen, die infolge der außerordentlich starren Bauart aufgetreten sind, entstanden verschiedentlich Brüche der Isolatoren. Nur auf den Bahnhöfen der Cenis- und der Savona-Ceva-Linie sind noch solche F. S.-Isolatoren vorhanden.

Zu 4. Die sogenannten Succursale-Isolatoren haben ihre Bezeichnung von der erstmaligen Anwendung auf den Nebenlinien (Succursale) der Giovi-Linie. Ihre Bauart weicht von den vorgenannten vollständig ab. Wie aus Abb. 4 zu entnehmen ist, besteht jeder Isolator aus zwei übereinander gelagerten Porzellanisolatoren, die durch eine gemeinsame Metallglocke gefaßt sind. Im oberen Isolator ist die Befestigung für das Tragwerk und im unteren die Fahrdraht-Doppelklemme einzementiert. Die Erfahrungen mit den Succursale-Isolatoren sollen außerordentlich schlecht sein. Insbesondere an Stellen, wo der Isolator hohen Torsionswirkungen ausgesetzt ist, platzen die Isolatoren und verursachen Störungen. Der Ausbau der Isolatoren verursacht große Schwierigkeiten, da rd 50% in Krümmungen eingebaut sind. Durch Hintereinanderschaltung von zwei solchen Isolatoren konnte man stellenweise, allerdings mit bedeutenden Kosten, Betriebsgefährdungen vermeiden.

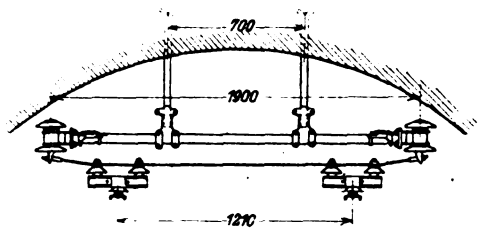


Abb. 5. Neuere Fahrdrahtaufhängung im Mont-Cenis- und Giovi-Tunnel.

Die Fahrdrahtaufhängungen, wie man sie in der ältesten Giovi-Linie benutzte, hat man durch kräftigere Ausführungen (Abb. 5 u. 6)

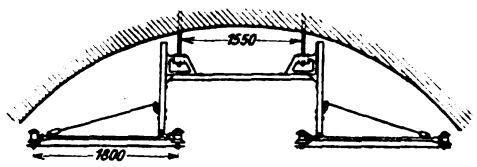


Abb. 6. Neuere Fahrdrahtaufhängung im Mont-Cenis- und Giovi-Tunnel.

ersetzt. Die Aufhängung nach Abb. 6 hat sich auf der Mont-Cenis-Bahn und der Ronco-Strecke der Giovi-Linie gut bewährt.

Zur Vervollständigung sei hier noch ein, neuerdings von der Brown, Boveri & Cie. A. G. verwendeter, Hochspannungsisolator für Fahr-

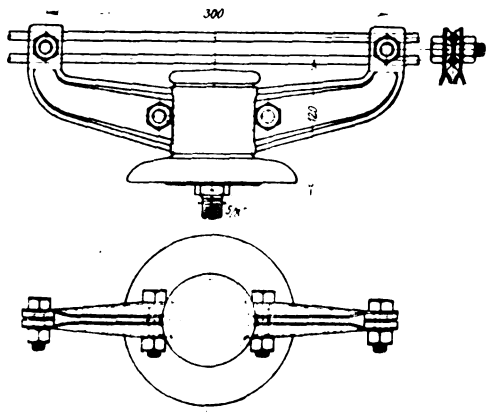


Abb. 7. Hochspannungs-Fahrdrahtisolator der Brown, Boveri & Cie. A. G.

leitungen erwähnt (Abb. 7 u. 8), der aus einem einzigen Porzellankörper, in den der Bolzen für die Fahrdrahtklemmen einzementiert wird besteht. Er ist auf einem zweiteiligen, eisernen Querträger schellenförmig befestigt. Dieser Isolator ist für Betriebsspannungen von 9000 bis 10000 V verwendbar.

Besondere Schwierigkeiten bietet bei den zweipoligen Fahrleitungen der Dreiphasenbahnen die Anordnung und die Ausführung der Leitungsunterbrecher und Leitungsweichen, ebenso auch der Kreuzungen. Es muß an solchen Stellen eine metallische Berührung der beiden nebeneinander liegenden Phasen, zwischen denen ein hohes Potential

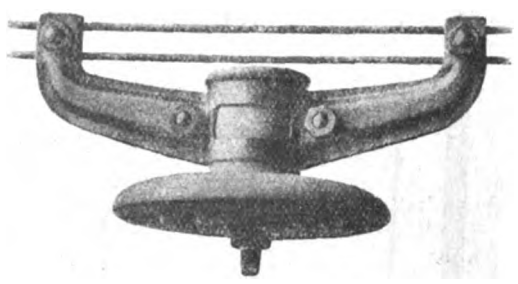


Abb. 8. Schaubild zu Abb. 7.

herrscht, vermieden werden. Ebenso darf durch einen darüber gleitenden Schleifbügel Kurzschluß nicht entstehen. Die Leitungen müssen auch so geführt sein, daß Kurzschlüsse zwischen den Phasen durch Schwingungen der Leiter, die unter den Wirkungen der Stromabnehmer oder durch Winddruck entstehen, vermieden werden. Die Zahl der verwendeten Isolatoren muß auf ein Mindestmaß beschränkt werden, um das Gewicht der Apparate möglichst niedrig zu halten. Die englischen Weichen auf der Strecke Lecco—Calolzio, der Strecke Monza—Lecco, die in eine Fahrleitung mit Kettenaufhängung probeweise eingebaut waren, enthielten z. B. je 36 Streckenisolatoren aus Holz! Das Gewicht des Apparates war beträchtlich und seine Unterhaltung schwierig. Die mechanische Spannung der Fahrleitung konnte bei der Bauart dieser Weiche nicht lange au recht erhalten werden. Ein Fehler an einem Isolator der Weiche kann Kurzschluß verursachen oder eine Unterbrechung in der Speisung einer der Phasen hervorrufen, was in der Lokomotive bzw. in ihren Drehstrommotoren einen „Einphasenstoß" verursacht.

Von den verschiedenen Weichenbauarten, die bei den italienischen Drehstrombahnen bisher verwendet wurden, sind die nachstehenden erwähnenswert:

1. Weichenbauart Valtellina (Abb. 9 u. 10),
2. „ Spinelli,
3. „ Donati,
4. „ F. S. (Aëroplantype) und
5. englischer Weichenapparat.

Grundsätzlich bestehen alle diese Anordnungen aus:

a) einer einfachen Isolation der Weiche von Erde;
b) dem mechanischen Teil zur Aufnahme der Zugspannungen der anschließenden Fahrleitungen;
c) dem mechanischen Teil zur Aufrechterhaltung der gegenseitigen Leiterabstände und aus der
d) Isolation der Phasen voneinander bzw. von den unter b) und c) genannten Anordnungen.

Insbesondere die letzteren Teile machen erhebliche Ausführungsschwierigkeiten. Man könnte sie, um etwas Übersicht in die bisherigen Bauarten zu bringen, wie folgt unterscheiden:

I. Drahtstücke oder andere Metallteile, die an 2 Isolatoren, von den übrigen Weichenteilen isoliert, gespannt sind;
II. isolierende Leisten aus Holz oder anderen Faserisolierstoffen, die durch Tränkungen wetterbeständig gemacht sind und hohe mechanische Festigkeit gegen Abscherung und Reibung besitzen, und
III. Führung der Fahrleitung von der normalen Höhenlage in eine solche, die betriebsmäßig eine gegenseitige Berührung verschiedener Phasen ausschließt.

Die F. S.-Weiche (Aeroplantype) besteht aus 4 bis 5 Normalträgern, wie sie weiter oben beschrieben wurden. Sie sind durch zwei gemeinsame Längsträger so miteinander vereinigt, daß sie als Ganzes am Tragwerk der Fahrleitung befestigt werden können. Sie kamen bisher hauptsächlich bei den italienischen Eisenbahnen zur Verwendung. Trotzdem hat man sie auf den neuen Linien nicht mehr verwendet. Es ist ziemlich schwer, die mechanischen Spannungen der einzelnen Leiter zu regulieren und zu erhalten, da sich die parallelogrammartige Bauart leicht verdreht. Die Dehnung der Drähte kann Kontaktunterbrechungen, während des Durchgangs der Stromabnehmer von Fahrzeugen mit großer Schnelligkeit, verursachen. Das hohe Gewicht des Apparates und die Aufhängungsart geben zu störenden Schwingungen Veranlassung. Besonders auf den Linien, welche heftigen Stürmen ausgesetzt sind, wie z. B. beim Mont-Cenis, hat man schlechte Erfahrungen mit der F. S.-Weiche gesammelt. Eine Weiche dieser Bauart umfaßt 25 Isolatoren aus Porzellan und zwei oder drei Streckenisolatoren aus Holz.

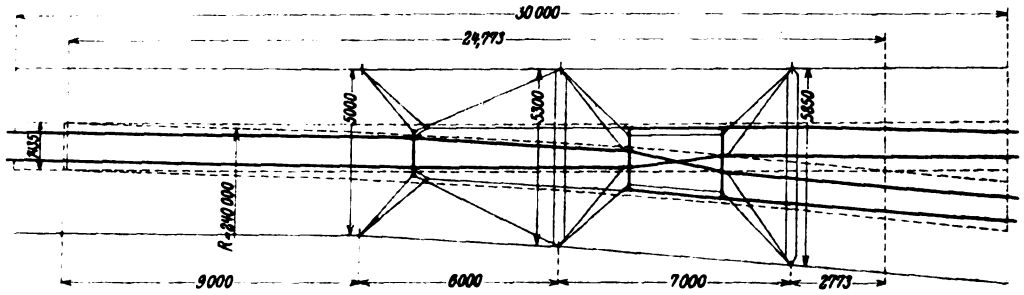


Abb. 9. Drehstromweiche der Valtellina-Bahn (Ganz & Co.).

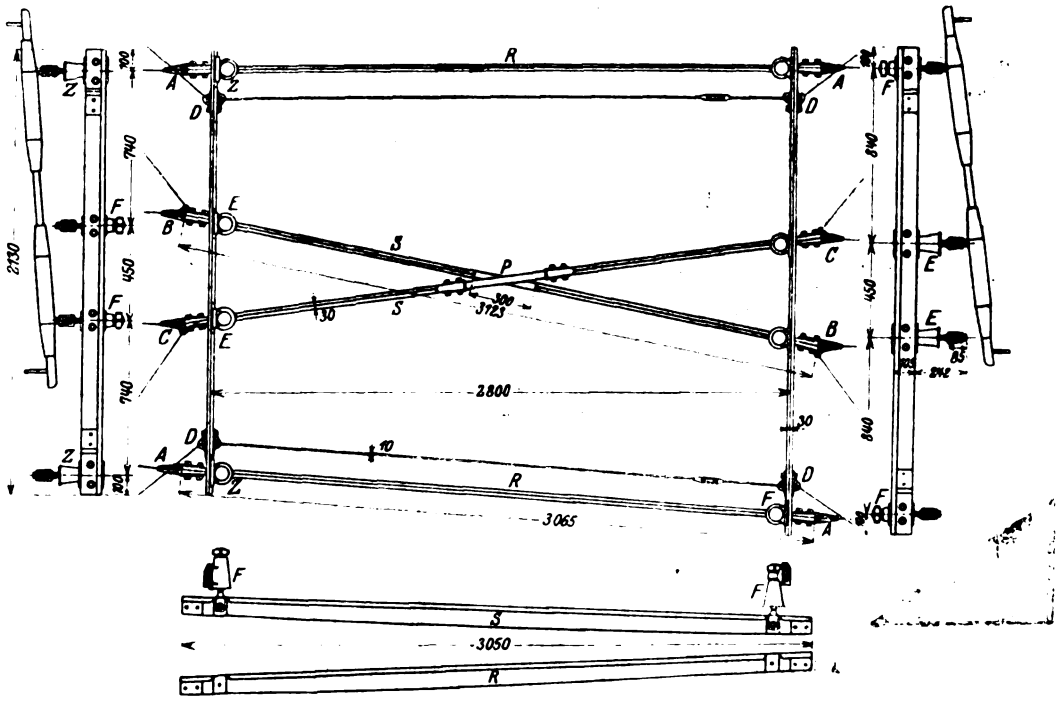


Abb. 10. Mittelstück der Drehstromweiche der Valtellina-Bahn (Ganz & Co.).

Digitized by Google

Die englische Weiche (Abb. 11 u. 12) ist wesentlich einfacher als die vorhergehende. Die Leiter sind an Isolatorböcken, die unmittelbar am Gestänge befestigt sind, gespannt und können leicht reguliert werden. Im Betriebe sind sie selbst bei hoher Geschwindigkeit der Fahrzeuge genügend sicher. Die Höhenlage der einzelnen Leiter ist mittels Kettenaufhängung gesichert. Der Apparat umfaßt 20 gewöhnliche Porzellan- und 6 Streckenisolatoren aus Holz. Obwohl man mit dieser Bauart gute Erfolge erzielt hat, ist sie bei den letzten im Bau befindlichen neuen Strecken nicht mehr verwendet worden. Der Grund hierfür ist im vorliegenden Berichte nicht angegeben.

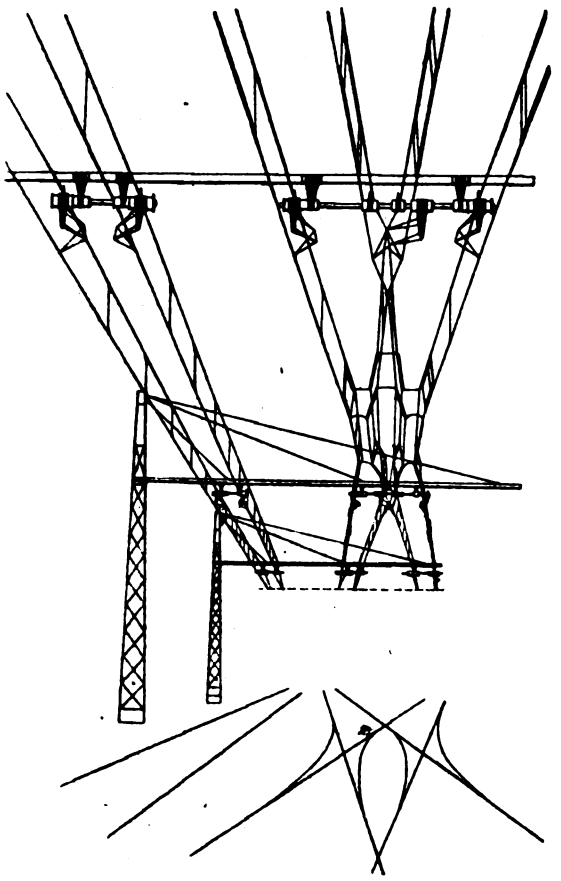


Abb. 11. Englische Weiche.

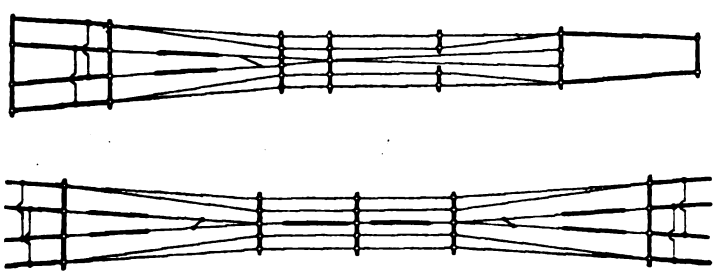


Abb. 12. Einbau der englischen Weiche in ein- und zweigleisigen Strecken.

Die Weiche Donati hat die vorhergehenden auf allen neuen Linien verdrängt. Sie ist an den Aufhängemasten einfach zu befestigen, was ihre Anwendung auf den großen Bahnhöfen erheblich erleichtert hat. Der Teil der Weiche, welcher als Streckenisolator angesprochen werden kann, enthält einen, teils mit Isolatoren der Type „Succursale“ vollständig isolierten Leiter, der nur dazu dient, die Stromabnehmer zu führen. Diese Donatischen Luftweichen werden z. Zt. auf einer Nebenlinie der Strecke von Giovi nach Torbella, auf der sich 12 Weichen befinden, oder auf Anfahrstrecken verwendet und mit voller Geschwindigkeit befahren. Diese Bahnstrecke hat bis vor ungefähr 1 ½ Jahren der Elektrisierung der Giovi-Linie die größten Schwierigkeiten bereitet. Es entstanden hier öfters Kurzschlüsse zwischen einzelnen Phasen der Fahrleitung, Isolatorendurchschläge usw., die noch durch die Erdschlüsse unangenehmer empfunden wurden. Für eine Halbweiche dieser Bauart werden rd 25 bis 30 Isolatoren der Bauart „Succursale“ verwendet. Auf einigen Strecken werden diese Weichen mittels Längskettenaufhängungen, welche zwischen den Masten befestigt sind, getragen. Eine endgültige Entscheidung, ob die Donati-Weiche als Normalweiche für alle italienischen Staatsbahnen mit Drehstrombetrieb verwendet werden soll, ist bisher noch nicht gefällt worden, erst wenn die gesammelten Erfahrungen zufriedenstellend sind, wird man sich über ihren Wert endgültig äußern können.

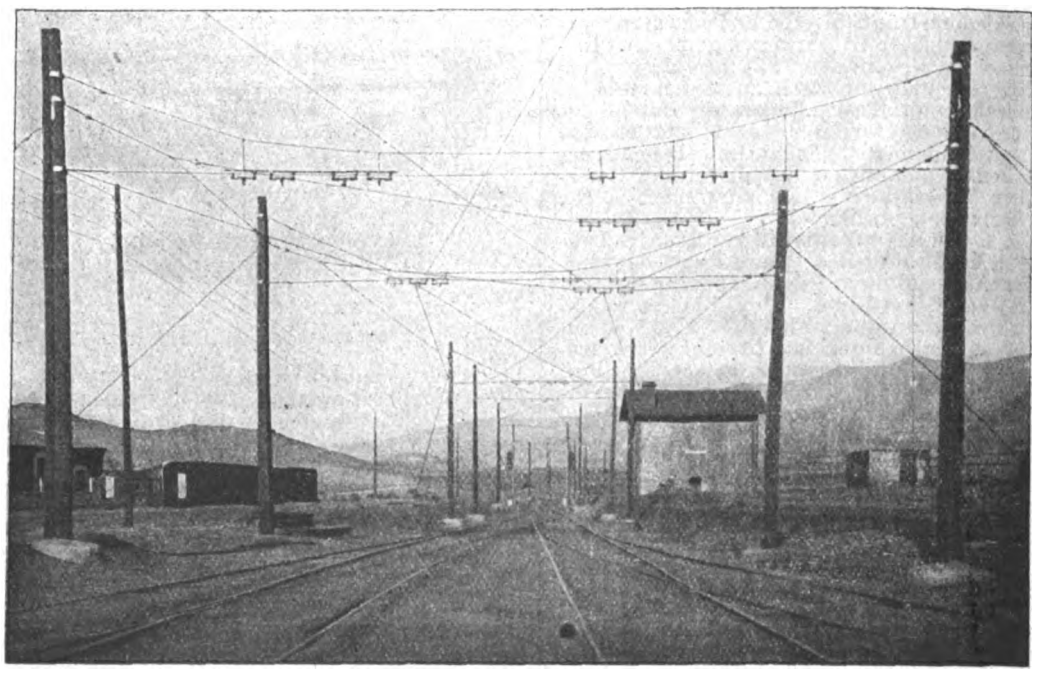


Abb. 14. Fahrdrahtweiche der Bahn Gergal—St. Fé von Brown, Boveri & Cie.

Die Weiche Spinelli wurde auf der Strecke Monza—Lecco angewendet, weil sie etwas einfacher gebaut ist als die vorhergehend beschriebene. Die Spinelli-Leitungsweiche enthält eine kleinere Anzahl von Isolatoren als die nach Donati.

Zum Vergleich mit vorstehend beschriebenen Weichen sind in Abb. 13 und 14 noch zwei Anordnungen der Brown, Boveri & Cie. A. G. wiedergegeben, die sich im Betriebe gut bewährt haben sollen.

Aus den kurzen, teilweise technisch recht mangelhaften Mitteilungen des oben genannten Berichtes kann man zusammenfassend jedenfalls den Schluß ziehen, daß die großen Schwierigkeiten, die eine Fahrleitung für hochgespannten Drehstrom der Ausführung und dem Betriebe bietet, teilweise durch brauchbare Bauarten beseitigt worden sind. Man hat hierbei die guten und schlechten Erfahrungen der ersten 14 Betriebsjahre, die seit der Eröffnung der Valtellina-Bahn verstrichen sind, geschickt verwertet. —le—

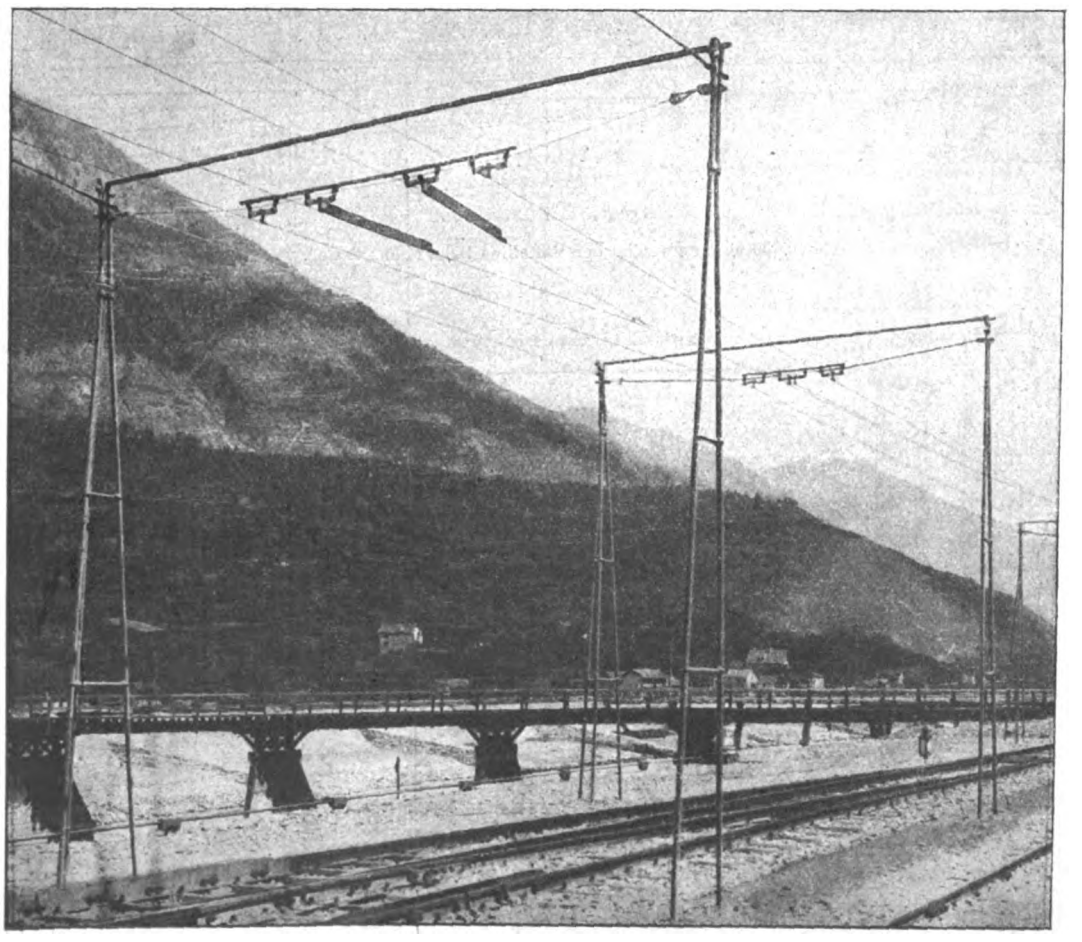


Abb. 13. Drehstromweiche der Simplon-Bahn von Brown, Boveri & Cie.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Schutz von Wechselstromdynamos gegen Kurzschlüsse.

[R. Bown. Electrical World, Bd. 70, S. 477.]

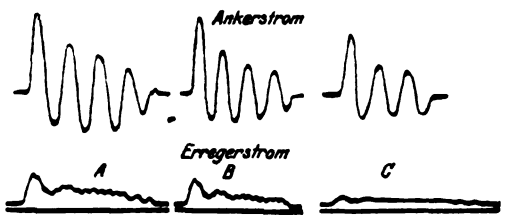
Mit der Entwicklung großer Einheiten von Wechselstromdynamos gewinnt das Problem ihres Schutzes bei plötzlichen Kurzschlüssen immer größere Bedeutung. Da die üblichen Reaktanzspulen im Statorkreis durch ihre Beeinflussung der Arbeitseigenschaften der Dynamos gewisse Nachteile haben, stellte sich der Verfasser die Aufgabe, die Wirkung von Reaktanzspulen oder Vorschaltwiderstän-

Digitized by Google

den im Feldkreis zu untersuchen. Die angestellten qualitativen Überlegungen führen zu folgendem Ergebnis.

In den Feldkreis eingebaute Drosselspulen reduzieren die bei plötzlichem Kurzschluß auftretenden Stromspitzen, während Vorschaltwiderstände lediglich die Dämpfung des Ausgleichvorganges vergrößern, also ein schnelleres Abklingen des Statorstromes auf den stationären Kurzschlußwert erzwingen. Bei ganz oder teilweise massivem, magnetischen Kreis versagen jedoch diese Mittel mehr oder weniger, weil die Wirbelströme die Wirkung der Drosselspule bzw. des Vorschaltwiderstandes nicht voll zur Geltung kommen lassen. Auch die Güte der Verkettung zwischen Feld- und Statoramperewindungen ist hierbei von Bedeutung. Bei starker Feldstreuung, vorzugsweise also bei Maschinen mit ausgeprägten Polen, wirken Vorschaltdrosselspulen oder Vorschaltwiderstände stärker als bei geringer Feldstreuung. Mehr wie diese im großen und ganzen bekannten Ergebnisse[1]) interessieren die an einer Zweiphasenmaschine durchgeführten Kurzschlußversuche, die die angestellten Überlegungen bestätigen.

Es scheint hierzu eine ältere Außenpolmaschine mit ausgeprägten Polen und massivem Joch benutzt worden zu sein. Nähere Angaben über die Ausführung der Dynamo fehlen leider. Eine besondere Vorrichtung ermöglichte, den Kurzschluß bei jeder gewünschten Polstellung einzuleiten, so daß Anker- und Feldstrom bei verschiedenen Vorschaltdrosselspulen und Widerständen im Feldkreis für den gleichen Schaltmoment oszillographisch aufgenommen werden konnten. Die in der Arbeit mitgeteilten Oszillogramme sind in Abb. 1 wiedergegeben.



A normale Verhältnisse.
B Wirkung einer Erhöhung des Feldwiderstandes auf 340 % des Normalwertes ohne Änderung des Erregerstromes.
C wie *B*, jedoch unter Erhöhung der Feldinduktanz um 220 % des Normalwertes.

Abb. 1. Verlauf der Anker- und Feldströme während eines Kurzschlusses.

Oszillogramm *a* zeigt Ankerstrom und Feldstrom bei plötzlichem Kurzschluß unter normalen Bedingungen, Oszillogramm *b* bei einer Vergrößerung des Feldwiderstandes auf 340 % des normalen Wertes, Oszillogramm *c* bei Vergrößerung des Feldwiderstandes auf 340 % des normalen Wertes und einer Vergrößerung der Feldreaktanz auf 240 % des normalen Wertes. Alle drei Oszillogramme wurden bei gleichem, der normalen Leerlauferregung entsprechenden Feldstrom aufgenommen. Die erste Stromspitze erscheint bei Oszillogramm *c* um etwa 25 % geringer als bei Oszillogramm *a*. Vergleichswerte von Größe und Preis der erforderlichen Reaktanzspulen bei Einbau derselben in den Stator- oder Feldkreis fehlen. Ebenso läßt der Verfasser die Frage offen, wie weit sich die Versuchsergebnisse auf große Turbodynamos übertragen lassen. *Hll.*

[1]) Vgl. L. Dreyfus, „Ausgleichvorgänge beim plötzlichen Kurzschluß von Synchronmaschinen", „Archiv für Elektr.", Bd. 5, Heft 4.

Beleuchtung und Heizung.

Elektrische Grubenlampen.

[Technical Paper Nr. 75 des Ministeriums des Inneren, Bergamt. Washington 1914.]

H. H. Clark gibt zunächst eine Zusammenstellung der allgemeinen Bedingungen, denen eine elektrische Grubenlampe zu genügen hat. In erster Linie muß sie eine wirkliche Sicherheitslampe sein, und sie darf nicht selbst eine Gefahrenquelle in sich schließen. Das amerikanische Bergamt hat durch Versuche festgestellt, daß der Glühfaden elektrischer Lampen Grubengas zu entzünden vermag, daß aber Funken bei einer Spannung von nicht mehr als 6 V hierzu nicht imstande sind. Bei dem Ausschreiben für die Prüfung elektrischer Grubenlampen wurde demgemäß die folgende Bedingung in den Vordergrund gestellt:

„Elektrische Lampen, die als tragbare Grubenlampen zugelassen werden sollen, müssen so entworfen und ausgeführt sein, daß unter keinen Umständen der Glühlampenballon zerbrochen werden kann, wenn der Faden noch bei einer solchen Temperatur glüht, die ausreichend ist, um explosive Gemenge von Grubengas und Luft zu entzünden."

Auf die Größe des Lichtstromes, die Brenndauer, Betriebskosten und Betriebszuverlässigkeit erstreckten sich die Bedingungen des Prüfausschreibens nicht.

Von 6 der Prüfung unterworfenen Lampen wurden 3 sofort zurückgewiesen. Die 3 übrigen wurden geprüft und, nachdem an einigen kleine Änderungen vorgenommen worden waren, als zulässig erklärt. Die Prüfungen selbst wurden außerordentlich streng durchgeführt. Zunächst wurde festgestellt, ob die Sicherheitsvorrichtungen unter allen Umständen so wirken, daß die Entzündung des Gases verhindert werden kann, wenn der Lampenballon zerbrochen wird. Weitere Prüfungen bezogen sich darauf, ob die Sicherheitsvorrichtungen nicht etwa Störungen verursachen, indem sie die Lampen erlöschen lassen, wenn das nicht erwünscht ist, und schließlich erstreckten sich die Prüfungen auf die mechanische Festigkeit der Batterie und des Batteriegehäuses.

Die „Ceag-Lampe"[1]) ist für den Handgebrauch bestimmt. Die Sicherheitsvorrichtung besteht darin, daß der Lampenballon zwischen zwei Spiralfedern in solcher Weise aufgehängt wird, daß der Stromkreis unterbrochen wird, wenn entweder der Lampenballon oder der diesen umgebende Glasdom zerbrochen wird. Bei der Vorprüfung schien die Möglichkeit nicht ausgeschlossen zu sein, daß eine Entzündung stattfinden könnte; 1. indem Glasballon und Glasdom solche Verletzungen erhielten, daß der Stromkreis geschlossen blieb, 2. indem der durch einen Schlag zertrümmerte Glasballon sich so verklemmte, daß trotz Abspringens der Feder *b* die Feder *c* nicht in Wirksamkeit treten konnte, 3. daß zwar die Sicherheitsvorrichtung wirkten, aber nicht schnell genug, um den Stromkreis zu unterbrechen, ehe die Zündung des Gases erfolgt war. Es wurden 25 Versuche angestellt, um festzustellen, ob Ballon und Glasdom ohne Unterbrechung des Stromkreises zerstört werden könnten. Die Lampe befand sich hierbei in einem mit explosiven Gasen gefüllten Blechkasten, und gegen Dom und Ballon wurde ein pickelähnliches Werkzeug getrieben. In 40 % der Versuche blieb hierbei der Glühfaden heil, woraus sich die Notwendigkeit der Sicherheitsvorrichtung ergibt, in jedem Falle aber wirkte die Sicherheitsvorrichtung. — 8 weitere Versuche wurden angestellt, um festzustellen, ob das pickelartige Werkzeug die Sicherheitsvorrichtungen nicht etwa so verletzen kann, daß keine Stromunterbrechung erfolgt. Hierbei wurde das Werkzeug gegen den Reflektor gerichtet, um ihn mit dem Lampensockel zu verkeilen. In 4 Fällen setzte hierbei die Sicherheitsvorrichtung ihre Wirksamkeit aus, in keinem dieser Fälle wurde aber der Lampenballon verletzt. Da bei dieser Prüfung die Versuchsbedingungen erheblich schärfer waren, als es in der Praxis möglich scheint, so wurde die Sicherheitsvorrichtung für ausreichend gehalten. — 13 Versuche wurden angestellt um festzustellen, ob die Sicherheitsvorrichtung rasch genug wirkt. Hierbei wurde der Glasdom entfernt und ein Holzblock zwischen Lampenrahmen *f* und Feder *b* geklemmt, so daß diese in ihrer ursprünglichen Lage verblieb. In 6 von 10 Fällen wurden der Glühfaden nicht verletzt, in keinem Falle aber fand eine Entzündung des Gases statt. Hieraus wurde geschlossen, daß der Sicherheitsmechanismus rasch genug in Wirksamkeit tritt. — Schließlich wurden 15 Versuche angestellt, um die allgemeine Festigkeit der Lampe zu prüfen. Hierbei wurde die ganze Lampe aus einer Höhe von 2 m auf einen Steinfußboden geworfen. Glasdom und -ballon zerbrachen in jedem Falle, und die Sicherheitsvorrichtung trat immer in Wirksamkeit. 5-mal mußte die Lampe hingeworfen werden, ehe eine Beschädigung der Batterie eintrat, und 12-mal, ehe das Batteriegehäuse leck wurde. Nachdem die Lampe 15-mal hingeworfen wurde, brannte sie doch noch 16 h, ehe sie ganz ausging.

Auf Grund dieser Versuche wurde die Ceag-Lampe der „Mannesmann Light Co. of Amerika" für zulässig erklärt.

Die Hirsch-Lampe (Abb. 2) ist für die Befestigung an der Kopfbedeckung bestimmt. Die Sicherungsvorrichtung dieser Lampe ist an dem Kopfstücke angebracht; sie besteht aus einem Stromöffner, der die Lampe gegen Stöße von vorn schützt, und einem Kurzschließer, der die Lampe gegen seitliche Schläge usw. sichert. Der Stromöffner wird in Tätigkeit gesetzt, wenn die Scheibe *a* aus Fensterglas zerbrochen wird. Diese Scheibe ist unmittelbar hinter dem „Ochsenaugenfenster" *b*, mit dem die Lampe versehen ist, angeordnet. Beim Brechen der Scheibe *a* wird eine gespannte Feder *c* ausgelöst, so daß der Stromkreis der Lampe unterbrochen wird. Der Kurzschließer der Lampe ist folgendermaßen eingerichtet: Das Kopfstück besteht aus drei konzentrischen Glocken *d*, *e*, *f*, die durch enge Zwischenräume von einander getrennt sind. Die äußere und die innere Glocke sind mit dem positiven, die innere mit den negativen Batteriepole verbunden. Diese

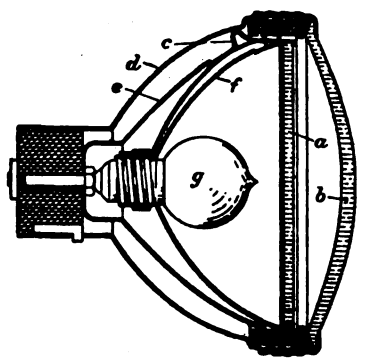


Abb. 2. Hirsch-Lampe.

Glocken schließen den Lampenballon vollständig ein, und theoretisch kann der Lampenballon durch seitliche Schläge oder Stöße nur dann verletzt werden, wenn vorher die konzentrischen Glocken zusammengedrückt sind, wodurch der Batteriestromkreis kurzgeschlossen wird. Auf diese Weise hört der Glühfaden auf, zu glühen, ehe er die explosible Gasmischung entzünden kann. Die Prüfung des Kopfstückes der Lampe geschah durch 45 Versuche, bei denen mit einem Hammer, einem Holzschlägel, einem der Keilhaue ähnlichen Werkzeuge usw. das Kopfstück energisch bearbeitet wurde. In jedem Falle trat die Sicherungsvorrichtung in Tätigkeit, ehe der Lampenballon zerstört war. Um zu untersuchen, ob die Sicherungsvorrichtung in unerwünschter Weise in Tätigkeit treten könne, wurde das Kopfstück 10-mal von etwa 2 m Höhe aus auf einen Steinfußboden fallen gelassen. Hierbei trat die Sicherungsvorrichtung nur ein einziges Mal in Tätigkeit; aber dieser Fall kann nicht als unerwünschtes Verlöschen der Lampe angesehen werden, weil in diesem Falle auch das „Ochsenauge" zerbrach. Die Lampen der „Hirsch Electric Mine Lamp Co." wurden auf Grund der Untersuchungen als zulässig erklärt, soweit es sich um Kopflampen handelt, die Handlampe dagegen wurde zurückgewiesen.

Die Wico-Lampe (Abb. 3) ist gleichfalls eine Kopflampe. Die Sicherung der Lampe wird durch die Befestigung des Lampenballons *b* bewirkt. Der Lampenballon wird nämlich durch einen Drahtbügel *a* gegen die Wirkung einer Feder im Sockel festgehalten. Wird dieser

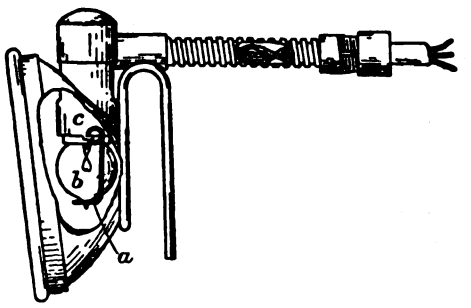


Abb. 3. Wico-Lampe.

Drahtbügel entfernt oder der Lampenballon zerbrochen, so treibt die erwähnte Feder die Lampe aus dem Sockel heraus. In 50 Einzelprüfungen wurde diese Lampe untersucht, indem nach Entfernung des Schutzglases, Schläge gegen den Lampenballon ausgeübt wurden, indem fernerhin Schläge gegen das Schutzglas, gegen den Sockel, gegen das Kopfstück selbst gerichtet wurden. In keinem Falle versagte die Sicherungsvorrichtung. Nach diesen Proben wurde die Wicolampe der „Witherbee Igniter Co." als Kopflampe für zulässig erklärt.

Neben der Sicherheit sind an elektrische Grubenlampen natürlich noch weitere Ansprüche zu stellen. Die hauptsächlichsten sind die folgenden: 1. Die Lampe muß genügend Licht spenden, wobei das Licht nicht flackern und während einer Reihe von Stunden an jedem Tage im Jahre in seiner Intensität nicht wesentlich vermindert sein darf. 2. Die Lampe darf nicht so schwer sein, daß sie den Bergmann in seiner Arbeit und Beweglichkeit behindert. 3. Die Betriebs- und Unterhaltungskosten dürfen nicht außer jedem Verhältnisse zu der geleisteten Arbeit und dem Lohne stehen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1912, S. 1086, Abb. 13.

Digitized by Google

4. Die Lampe darf während des Betriebes nicht leck werden, und der Elektrolyt darf nicht ausfließen.

Die Lichtleistung einer Lampe darf nicht nach der Lichtstärke allein beurteilt werden, von größerer Wichtigkeit ist der in einem bestimmten Raumwinkel produzierte Lichtstrom in Lumen. Hierfür hat das Bergamt eine gewisse, untere Grenze festgelegt. Es ging hierbei von der Wolfschen Sicherheitslampe aus, die eine Lichtstärke von etwa 0,4 HK besitzt, bei der der gesamte Lichtstrom demgemäß rd 3 Lumen beträgt. Das ist die untere Grenze für Handlampen. Bei Kopflampen, bei deren Anwendung Licht hinter dem Bergmann nicht gebraucht wird, erscheint eine Lichtleistung von 1,5 Lumen als untere Grenze ausreichend.

Als normale Brenndauer einer elektrischen Grubenlampe wurden 12 Stunden von dem Bergamte festgelegt. Für die Glühlampen erschien die Forderung einer Lebensdauer von 300 Brennstunden als ausreichend bei der Anwendung von Primärelementen und von Säureakkumulatoren, von 200 Brennstunden bei der Anwendung alkalischer Zellen. Für die Plattendauer von Säurezellen wird eine Lebensdauer von 3600 h verlangt, die sich bei 12-stündiger Schicht also auf ein ganzes Jahr erstreckt, bei alkalischen Zellen wurde eine Lebensdauer von 7200 h, die sich auf 2 Jahre erstrecken, beansprucht. *lx.*

Trocknungsanlagen in Verbindung mit Elektrizitätswerken.

Unter Bezugnahme auf die S. 478 der „ETZ" 1917 gebrachten Beschreibung einer in Verbindung mit dem Elektrizitätswerk Duisburg betriebenen Trocknungsanlage übergibt uns das Städtische Elektrizitätswerk Zeitz die Beschreibung einer ähnlichen Anlage, bei der auch die Auspuffwärme von zwei Saggasmotoren von je 120 kW und die ausstrahlende Wärme des Abgasvorwärmers zum Trocknen von Gemüse und Backen von Obst ausgenutzt wird.

Abb. 4 veranschaulicht die Auspuffgrube mit den darin aufgestellten Schalltöpfen. Zwischen und über den Schalltöpfen sowie als Abdeckung der Auspuffgrube sind gelochte Eisenbleche eingebaut, die zur Aufnahme der zu trocknenden Waren dienen. Die unteren

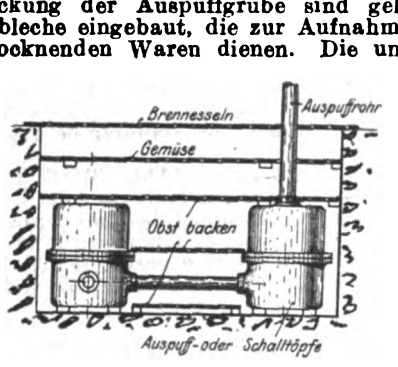


Abb. 4. Trocknungsanlage über einer Auspuffgrube.

Bleche, welche der ausstrahlenden Wärme am meisten ausgesetzt sind, kommen hauptsächlich für das Backen von Obst in Betracht, die oberen hingegen mehr für Gemüse, während auf der Abdeckung lediglich Brennesseln getrocknet werden. Je nach Belastung der Motoren und der demzufolge höher oder geringer ausstrahlenden Wärme ist das Obst und Gemüse in kürzerer oder längerer Zeit fertig gebacken bezw. getrocknet. Die Trockendauer beträgt bei dieser Einrichtung von etwa 10 m² Flächeninhalt im Mittel ungefähr 24 h. Die aufzunehmende Menge ist, je nach Betriebsdauer der Motoren und der Belastung, bis 300 kg Obst und 200 kg Brennesseln. Falls beide Motoren von je 120 kW im Betrieb befindlich sind, erhöhen sich vorgenannte Mengen auf das Doppelte.

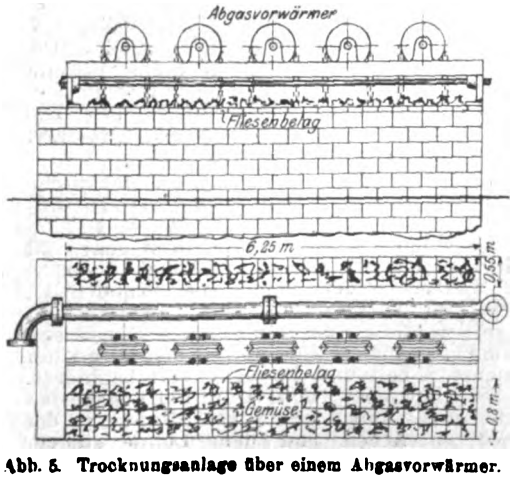


Abb. 5. Trocknungsanlage über einem Abgasvorwärmer.

Abb. 5 zeigt die Trockeneinrichtung des Abgasvorwärmers. Die ausstrahlende Oberfläche ist mit einem lose aufgelegten Fliesenbelag versehen, welcher den Zweck hat, die Temperatur etwas herabzusetzen, da bekanntlich Gemüse möglichst unter 60° getrocknet werden soll; er kann zwecks Reinigung der einzelnen Fliesen von Zeit zu Zeit abgenommen werden. Auf dieser Fläche von insgesamt etwa 8,50 m² sind, je nach Art des Gemüses, 100 bis 125 kg in 12 bis 24 h zu trocknen.

Aus Abb. 6 ist die Anordnung der an die Turbodynamo von 1000 kW anschließenden Trockenanlage ersichtlich. Die erwärmte Luft wird in ein versetzbares Hordenhaus geblasen, welches, mit verzinktem Drahtgeflecht umkleidet, zum Schutz gegen Regen und Schmutz mit einem Dach versehen und verschließbar eingerichtet ist. In das Hordenhaus sind mehrere hölzerne Horden eingeschoben, die hauptsächlich von zarteren Gemüsearten und zum Trocknen von Apfelschnitten dienen. Die Temperatur der ausgeblasenen, erwärmten Luft ist auch wieder von der Belastung der Turbodynamo abhängig, so daß die mittlere Trocknungszeit, je nach Art der zu trocknenden Waren, zwischen 24 und 30 h liegt. Die in diesem Trockenhaus befindlichen 6 Horden von je 1,20 × 0,80 m, mithin einem Gesamt-Flächeninhalt von rd 6 m² können mit 100 bis 125 kg belegt werden. Hölzernen Horden ist gegenüber Drahthorden insofern der Vorzug zu geben, als die getrocknete Ware sauber bleibt, während Drahtgewebe zuweilen an Gemüse und Obst schwarze Flecken hinterläßt.

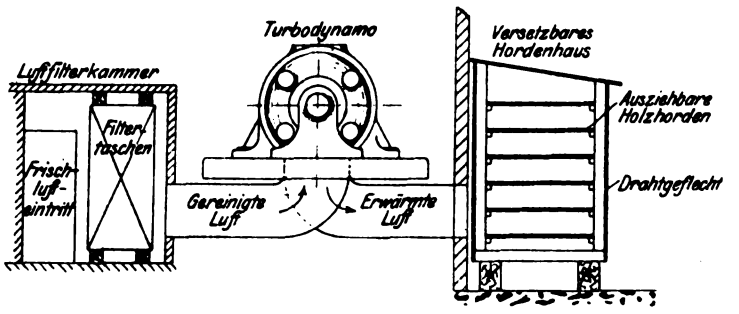


Abb. 6. Trocknungsanlage an einer Turbodynamo.

Zu manchen Zeiten ist die Anfuhr so stark, daß die zur Verfügung stehenden Trockenflächen nicht ausreichen. Um den Ansprüchen zu genügen, muß die Ware in höheren Schichten aufgelegt werden, und beansprucht dann das Trocknen infolge des öfteren Umwendens der Ware etwas mehr Zeit und Arbeit.

Im Jahre 1916 wurden getrocknet:
5620 kg Gemüse und Obst.
Im Jahre 1917 bis zum 15. Oktober:
2952 kg Gemüse für Speisezwecke.
1276 „ „ „ Futterzwecke.
1472 „ Obst.
Brennesseln wurden getrocknet: (bis 15. Oktober 1917):
1916 .... 3 950 kg.
1917 .... 11 468 „.

Das Trocknen und Dörren beschränkte sich nicht nur auf den Bedarf des Arbeiter- und Beamtenpersonals, sondern erstreckte sich auch auf den Bedarf der Allgemeinheit.

Der Preis für das Trocknen bezw. Backen von Gemüse und Obst beträgt:
für 1 kg nasse Ware für Speisezwecke 4 Pf,
„ 1 „ „ „ „ Futterzwecke 1 „.

Das Trocknen der Brennesseln wird unentgeltlich vorgenommen, da dies lediglich für die Heeresversorgung erfolgt.

Viele Elektrizitätswerke haben dieselbe oder mehr überschüssige Wärme, so daß es geboten erscheint, den heutigen Verhältnissen entsprechend, alle nutzlos abgehende Wärme für diese oder jene Zwecke nutzbar zu machen. Auch hier läßt sich die Kohle ersparen, welche vielleicht in manchem Haushalte zum Trocknen dieser großen Mengen Gemüse und dergl. gebraucht würde, während zum anderen die Werke ohne besonders zu treffende Einrichtungen noch eine kleine Einnahme haben und zum Wohle der Allgemeinheit beitragen.

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Die Aktivierung des Stickstoffes in elektrischen Entladungen.

[E. Elöd, Dissertation. Karlsruhe 1915.]

Der Sauerstoff wird bekanntlich durch die stille, elektrische Entladung in eine aktive Form, Ozon, umgewandelt. Für den Stickstoff hat vor einigen Jahren R. J. Strutt ähnliches gefunden. Strutt beobachtete, daß Stickstoff, welcher durch Glimmlicht hindurchgeführt war und ein eigentümliches Nachleuchten zeigte, fähig war, chemische Verbindungen bei Zimmertemperatur mit Stoffen einzugehen, denen gegenüber sich der gewöhnliche Stickstoff untätig verhält. Von anderen Forschern wurde dieser merkwürdige Befund teils bestritten, teils bestätigt. Im besonderen glaubten Tiede und Damke den Nachweis zu bringen, daß die von Strutt festgestellten Erscheinungen durch beigemengten Sauerstoff verursacht werden, und daß bei völlig reinem Stickstoff sowohl das Nachleuchten wie die chemische Wirksamkeit ausbleibt.

Als Mitarbeiter von A. König hat sich E. Elöd eingehend mit dieser schwierigen Frage befaßt. Er klärte die Widersprüche dahin auf, daß auch völlig reiner Stickstoff nachleuchtet, daß aber durch Spuren von Metalldämpfen, im besonderen von Quecksilberdampf, der immer zugegen ist, wenn man mit einer Quecksilberluftpumpe auspumpt, das Nachleuchten vernichtet wird. Beim Zusammenbringen mit Quecksilberdampf geht das gelbe Nachleuchten schleunigst in ein grünliches Leuchten über und verschwindet sofort; Elöd konnte nachweisen, daß hierbei eine Stickstoffverbindung (Nitrid) entsteht.

Elöd konnte auch die Beobachtungen von Strutt über die chemische Wirksamkeit des nachleuchtenden Stickstoffes bestätigen und durch genaue Versuche ergänzen oder berichtigen. Damit die Gase, auf welche er den im Glimmlicht aktivierten Stickstoff einwirken ließ, nicht in die Entladungsbahn eindrangen (wodurch Umsetzungen im Lichtbogen erhalten würden), benutzte Elöd nicht wie andere Forscher Kondensatorentladungen, deren Stöße die Gase ansaugen und durcheinander wirbeln, sondern einen Gleichstrom-Glimmbogen, dessen der Pumpe zugewandte Elektrode geerdet war, um Nebenentladungen zu vermeiden. Abb. 7 zeigt die von ihm gewählte Versuchsanordnung.

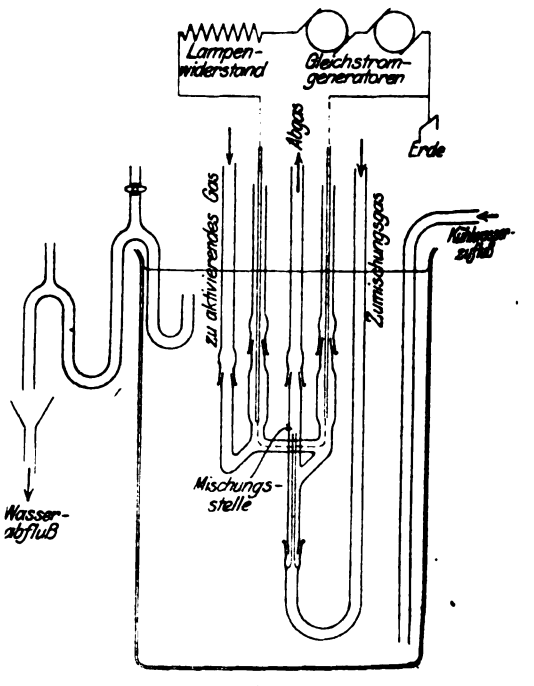


Abb. 7.

Wie schon Strutt fand, setzen sich die ungesättigten Kohlenwasserstoffe Azetylen und Äthylen sehr energisch mit dem aktiven Stickstoff um; das gelbe Nachleuchten verschwindet, und an der Stelle, wo die beiden Gase zusammentreffen, erscheint ein lila Flämmchen, das im Spektroskop die Banden des Zyanspektrums zeigt. Indem Elöd die Menge des entstandenen Zyanwasserstoffes bestimmte, fand er, daß rd 0,5% des durch den Apparat geschickten Stickstoffes aktiviert worden waren. Mit dem gesättigten Kohlenstoff Methan setzt sich der aktivierte Stickstoff nicht um. Mit Stickoxyd reagiert er unter Bildung von Stickstoffdioxyd, wofür Strutt die Gleichung aufgestellt hat

$$N + 2\,NO = N_2 + NO_2,$$

indem er annimmt, daß der aktive Stickstoff aus freien Stickstoffatomen besteht, welche sich bei der Umsetzung in die zweiatomigen Moleküle des gewöhnlichen Stickstoffes zurückverwandeln.

Digitized by Google

Im Gegensatze zu Strutt, welcher fand, daß bei einem Gehalte von 2% Sauerstoff der Stickstoff nicht mehr nachleuchtet, löschte bei den Versuchen von Elöd selbst ein erheblicher Überschuß von Sauerstoff das Leuchten nicht aus, vorausgesetzt, daß man den Sauerstoff von der Entladungsbahn fernhielt. Unter der gleichen Bedingung bildete sich auch keine Spur von Stickoxyd, das sofort auftritt, sobald Sauerstoff mit dem Stickstoff in das Bereich der Entladung gerät.

Wenn Elöd allein Sauerstoff der Entladung aussetzte, so erschien bei etwa 20 mm Druck um die Funkenbahn eine schwach blaugrüne Aureole; wenn er den Sauerstoff bei 1 bis 20 mm aus der bläulichweißen Entladungsbahn absog, so zeigte sich ein schwaches blaugrünes Nachleuchten, das von viel kürzerer Lebensdauer war, als das helle goldgelbe Leuchten reinen Stickstoffes oder das gelbgrüne Nachleuchten von stickstoffhaltigem Sauerstoff.

Als in einen Apparate mit zwei Entladungsstrecken Stickstoff und Sauerstoff jeder für sich aktiviert und dann vereinigt wurden, erlosch das Leuchten, und Stickoxyd entstand. Diese Stickoxydbildung läßt sich aber nicht auf die Gegenwart von Ozon zurückführen; denn Elöd fand, daß der durch eine Ozonröhre üblicher Art geschickte, etwa 4% Ozon enthaltende Sauerstoff mit aktiviertem Stickstoff kein Stickoxyd bildet.

Auf Grund seiner Untersuchungen nimmt Elöd an, daß bei der Stickoxydbildung im Flammenbogenofen (welche ja heutzutage in großem Maßstabe benutzt wird, um Salpetersäure aus Luft zu gewinnen) durch die elektrische Entladung der Stickstoff und der Sauerstoff beide in Atome — sei es elektrisch neutrale Atome oder elektrisch geladene Ionen — gespalten und dadurch zur chemischen Reaktion fähig gemacht werden. *K. A.*

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Was versteht man unter Explosionsschäden bei Elektrizitätswerken?

Ein Elektrizitätswerk war bei einer Feuer-Versicherungsgesellschaft gegen Brand, Blitzschaden und Explosion versichert, u. zw. enthielt der Vertrag die Bestimmung, daß die Gefahr der Beschädigung oder Vernichtung der versicherten Gegenstände durch Explosion jeder Art, mit Ausnahme derjenigen durch Sprengstoffe, in die Versicherung eingeschlossen sei.

Als in dem Elektrizitätswerk der Rotor einer Turbodynamo unter Explosionserscheinungen zersprang und die Maschine z. T. zerstörte, nahm das Werk die Versicherungsgesellschaft für den Schaden in Anspruch, weil dieser als „Explosionsschaden" anzusehen sei. Die Versicherungsgesellschaft lehnte die Ersatzpflicht ab. Das Oberlandesgericht ging bei der Beurteilung des Streitfalles davon aus, daß der Unfall auf die Wirkungen der Zentrifugalkraft des sich schnell drehenden Rotors zurückzuführen sei, und schloß daraus, daß es sich nur um einen Maschinenbruch, nicht um eine Explosion im eigentlichen Sinne handle, da unter der letzteren eine auf die Spannung von Gasen oder Dämpfen zurückzuführende Kraftäußerung zu verstehen sei. Weiter erörterte das Oberlandesgericht, was hier nach Treu und Glauben mit Rücksicht auf die Verkehrssitte als Vertragswille anzusehen sei, und legte dar, daß sich weder ein allgemeiner Sprachgebrauch, noch auch ein hier in den beteiligten Kreisen herrschender Sprachgebrauch feststellen lasse, nach welchem Schäden dieser Art, die man allerdings vielfach als „Schwungradexplosionen" bezeichne, begrifflich den eigentlichen Explosionsschäden zugerechnet werden. Man könne auch nicht in Anlehnung an die vom Gesetze nicht mehr besonders aufgestellte Beweisregel, wonach im Zweifel eine Urkunde gegen ihren Verfasser auszulegen sei, zu einem dem Elektrizitätswerk günstigen Ergebnis kommen, da nach der, namentlich in der Abhandlung von Henne und der Vereinbarung zwischen dem Verein Deutscher Ingenieure und den in Deutschland arbeitenden Feuerversicherungsgesellschaften vom Jahre 1911 bestätigten Übung, ein solcher Zweifelsfall gar nicht vorgelegen habe, weil nichts dafür spreche, daß das Elektrizitätswerk bei den Verhandlungen mit der Versicherungsgesellschaft an Maschinenbruchschaden gedacht habe.

In der Revisionsbegründung wurde dargelegt, daß die Versicherungsgesellschaft nach Treu und Glauben verpflichtet gewesen sei, das Werk darauf aufmerksam zu machen, daß Schwungradexplosionen nicht unter die Versicherung fielen und bei einer anderen Gesellschaft als Maschinenbruchversicherung versichert werden müßten. Die Gesellschaft habe, wie die von ihr ihren Vertretern gegebenen Anweisungen zeigten, dies zu tun absichtlich unterlassen, weil das Elektrizitätswerk sich zu der außerordentlich hohen Prämie nicht verstanden haben würde, wenn es gewußt hätte, daß es sich nur um Explosionen im engeren Sinne handle. Das Oberlandesgericht hat diese Frage verneint, und das Reichsgericht hat das Urteil bestätigt. (III. 2/17.) *M. M.*

Zwangswirkung der Kriegsklausel.

Für die ganze Industrie ist eine neuerliche Entscheidung des Reichsgerichts, veröffentlicht in der „Frankf. Ztg." vom 16. XI. 1917 von weittragendster Bedeutung. Die äußerst wichtige Frage: „Muß der Großhändler Lieferungsverträge mit Kriegsklausel aufheben, um andere Lieferungsverträge ohne Kriegsklausel erfüllen zu können?" wurde von dem Landgericht und Oberlandesgericht Hamburg bejaht in folgendem Gedankengang. Die Kontrahenten ohne Kriegsklausel haben einen Rechtsanspruch auf Erfüllung ihrer Verträge. Solange der Lieferant in der Lage ist, diesem Anspruch dadurch zu genügen, daß er sich seinen Kontrahenten mit Kriegsklausel gegenüber auf das Recht zur Lieferungsverweigerung beruft, liegt für ihn keine Erfüllungsunmöglichkeit vor. Auch soziale Verpflichtung, die Verträge mit Kriegsklausel nicht aufzuheben, um nicht einer großen Menge von Kleinhändlern und Millionen von Verbrauchern das Bedarfsmittel (Petroleum) zu entziehen, rechtfertigt nicht die Kündigungsunterlassung. Die Regelung des gleichmäßigen Absatzes liegt ausschließlich den Reichs- und Staatsbehörden ob, nicht dem Großlieferanten. Das Reichsgericht, XI. Ziv.-Sen. Nr. 246/17, hat mit Urteil v. 13. XI. 1917 die Revision zurückgewiesen. *C.*

Vereinbarung des Verzichts auf die Kriegsklausel und auf Hinausschiebung der Lieferzeit bis nach Kriegsbeendigung.

Ein Verkäufer, dessen Lieferzeit für den Kriegsfall bis nach Beendigung des Krieges hinausgeschoben ist, wird von der Lieferungspflicht ganz frei, wenn die Lieferung während des Krieges längere Zeit unmöglich gewesen und der Inhalt der Leistung infolge der Verzögerung für beide Teile ein anderer geworden ist („Jur. Wochenschr." 1916, 487[6]; 1017[4]). Das Recht des Verkäufers, sich vom Vertrage loszusagen, findet aber seine Schranke an einer entgegenstehenden Vereinbarung der Parteien und ist besonders dann ausgeschlossen, wenn der Wille der Beteiligten auf Ausführung des Vertrages auch bei dessen wirtschaftlicher Umgestaltung durch den Krieg gerichtet ist. Ein solcher Wille ist hier einwandfrei festgestellt, um so mehr als die Parteien die Hinausschiebung der Lieferzeit erst im Laufe des Krieges und zu einer Zeit vereinbart haben, als die Unmöglichkeit, die Ware während des Krieges zu liefern, schon feststand. RG. I. Ziv.-Sen. Nr. 104/17 v. 12. VII. 1917, „Jur. Wochenschr.", Bd. 17, 899[2]. *C.*

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Amt Kurfürst, Nr. 9820, zu richten.)

Die nächste Sitzung des Elektrotechnischen Vereins findet statt am

Dienstag, dem 26. März 1918, abends 7½ Uhr, im Hause des Vereins deutscher Ingenieure, Sommerstraße 4a.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Herr Dr. Schering: „Vorführung eines neuen Vibrationsgalvanometers".
3. Vortrag des Herrn Prof. W. Philippi über: „Die Entwicklung des elektrischen Antriebes von Fördermaschinen".

Inhaltsangabe:

Erste Anfänge des elektrischen Förderbetriebes. Vorläufer der Leonard-Schaltung. Einführung in Kaligruben. Batterie und Ankeranlasser. Düsseldorfer Ausstellung und Wettbewerb zwischen Batterie mit Ankeranlassern, Drehstrommotor und Leonard-Schaltung. Einführung des Ilgner-Systems. Arbeiten am mechanischen Teil, um Drehstromantrieb beibehalten zu können. Erste große Ilgner-Anlage auf Zeche Zollern II. Anordnungen mit Antrieb der Steuerdynamo durch Dampfmaschine oder Dampfturbine. Schwungradumformer ohne Leonard-Schaltung. Leonard-Umformer mit Batterie. Leonard-Umformer ohne Schwungrad und Batterie. Drehstrom-Kommutatormotoren.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
L. Schüler.

Sitzung
am Dienstag, den 26. Februar 1918, abends 7½ Uhr

im Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstr. 58/59.

Anwesend etwa 200 Mitglieder und 21 Gäste.

Vorsitzender: Ich eröffne die Sitzung. Der Bericht über die vorige Sitzung[1]) konnte leider in der „ETZ" nicht rechtzeitig abgedruckt werden. Wir müssen also ausnahmsweise die Genehmigung des Protokolls bis zur nächsten Sitzung verschieben.

3 Neuanmeldungen sind eingegangen, das Verzeichnis liegt aus.

Eingegangen ist ein Exemplar der Festschrift „Zum 50-jährigen Bestehen des Königl. Preußischen Ingenieur-Komitees" sowie ein Heft „Mitteilungen vom Physikalischen Laboratorium der Universität Leyden". Die Hefte liegen hier aus.

Vor einem Jahre, am 26. II. 1917, hat Herr Geheimrat Franz uns einen Vortrag über „die Beteiligung technischer Geistesrichtung bei den Aufgaben der Lebensführung der Reichs-, Staats- und Selbstverwaltung" gehalten[2]), der, wie Sie sich erinnern werden, in den Kreisen unseres Vereins und auch weit darüber hinaus, wie die Bestrebungen des Herrn Franz überhaupt, lebhafte Teilnahme erweckt hat. Ich möchte heute von einem neuen Unternehmen auf diesem Gebiete berichten, vorher aber mit wenigen Worten einige Einzelheiten des Gegenstandes in Ihr Gedächtnis zurückrufen, nicht durch einen Bericht über den gehaltreichen Vortrag und die anregende Besprechung, sondern durch eine knappe Wiedergabe der wesentlichen Punkte.

Ihre großen Erfolge verdankt die deutsche Technik zu einem wesentlichen Teil der vorzüglichen Vorbildung, die unsere angehenden Ingenieure auf der Technischen Hochschule empfangen. Dieser Unterricht ist derart eingerichtet und gegliedert, daß der junge Studierede sich von Anfang an auf ein Sondergebiet größten Umfangs — z. B. Hochbau, Maschinenbau — angewiesen sieht, auf dem er sich bald auf ein noch enger begrenztes Gebiet beschränken muß. Hierdurch allein wird die starke Vertiefung in den Gegenstand ermöglicht, die zu den guten Leistungen unserer Ingenieure geführt hat. Aber die gewollte und vollkommen durchgeführte Selbstbeschränkung hat auch einen großen Nachteil: unsere jungen Ingenieure gewinnen keinen Überblick über das Gesamtfach der Technik, sie werden einseitig. Indem sie sich in dieser Einseitigkeit erhalten und gefallen, verlieren sie die Fähigkeit, führende Stellungen zu erringen. Nur die Wenigen unter ihnen, die bei Zeiten auch die Nachteile der genossenen Vorbildung begreifen und ihren Blick zu erweitern streben, können auf höhere Stellen in der Technik hoffen.

Die Einseitigkeit liegt schon im Plane der Technischen Hochschule; sie sollte die technischen Beamten für den Staat vorbilden. Aber die Technik war lediglich als dienendes Glied gedacht; die höhere Leitung wurde den juristisch vorgebildeten Beamten vorbehalten. Technische Allgemeinbildung, Überblick, Vielseitigkeit werden vom Techniker nicht verlangt.

Dies hat zunächst die Folge, daß die jungen Männer, die, von der Schule kommend, ihr Berufsstudium wählen, sich in größerer Zahl der Rechtswissenschaft zuwenden, nicht weil sie für dies Wissensfach eine Vorliebe haben, sondern weil es als das vornehmste und meistversprechende Studium gilt. Gerade diejenigen wenden sich der Rechtswissenschaft zu, deren vielseitige Begabung und Interessen sie für die führenden Beamtenstellungen besonders geeignet machen, auch wenn sie sich ihrer Neigung nach für die Technik entschieden hätten.

Hierdurch werden zahlreiche begabte Köpfe der Technik entzogen. Abgesehen von dem Nachteil für den Stand der Techniker und für die Leistungsfähigkeit der Technik ist es ein Schaden, den der Staat sich selbst zufügt, wenn er einen so außerordentlich wichtigen Zweig des Volkslebens, der Volkswirtschaft durch Kraftentziehung schwächt.

Indem der Staat, sei es durch Gesetz, sei es durch den Gebrauch die Stellen der höheren Verwaltung den juristisch gebildeten Beamten

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 89.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 253, 268, 288, 526, 535.

Digitized by Google

vorbehält, fügt er sich den weiteren Schaden zu, daß er für seine Wahl nicht alle gründlich gebildeten jungen Männer zur Verfügung hat, und den weiteren, daß seine höheren Verwaltungsbeamten alle der gleichen Denk- und Anschauungsweise huldigen, wie sie eben die juristische Vorbildung erzieht. Wenn die höhere Leitung in großen technischen Behörden in umfangreichem Maße oder ausschließlich den nicht sachverständigen juristisch gebildeten Beamten zufällt, so wird damit der Dilettantismus gefördert; die oberste Verwaltungsstelle einer technischen Behörde muß die Ingenieurwissenschaften in vollem Maße beherrschen und vom Geiste der Technik erfüllt sein, wenn sie ihre Arbeiten und Leistungen zweckmäßig und wirtschaftlich führen will.

Dem widerspricht das Monopol der Juristen. Dieses Monopol schafft aber auch eine gewisse Einseitigkeit der Anschauung in allen hohen Verwaltungsstellen.

Gerade in dieser Zeit, die die große Bedeutung der Technik für das Wohl des Staates ins helle Licht gesetzt hat, wird es klar, wie notwendig es ist, das Verwaltungsmonopol der Juristen zu beseitigen. Wo der Wahlspruch lautet: „Freie Bahn dem Tüchtigen", kann man nicht Schranken für diese Bahn errichten, die sich an äußerliche Merkmale halten und mit der Tüchtigkeit nichts zu tun haben.

Daher ist auch unser Verein zu der Ansicht gekommen, daß zunächst das preußische Gesetz über die Befähigung für den höheren Verwaltungsdienst von 1906 geändert, u. zw. derart erweitert werden müsse, daß auch den Diplomingenieuren aller technischen Berufe die Aufnahme in den Vorbereitungsdienst der staatlichen Verwaltungslaufbahn freistehe.

Der Verein hat sich mit einem Schreiben dieses Inhalts durch Vermittlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker an den Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine gewandt, der sich bereits mit dem Gegenstande befaßt und seinerseits die weiteren Schritte unternehmen wird.

Es handelt sich natürlich nicht darum, nunmehr alle Techniker, welche die Hochschule besuchen, für die Verwaltungslaufbahn vorzubereiten. Vielmehr soll lediglich die Möglichkeit dieser Vorbereitung geschaffen werden; alles was not tut, ist, daß ein kleiner Teil der besonders begabten Ingenieure — Herr Franz sprach von 10% der Gesamtzahl — in die höheren Verwaltungsstellen gelangt, um die jetzt vollkommene juristische Einseitigkeit der Verwaltung zu brechen.

Diese Bestrebungen sollten sich nicht auf die Beteiligung der Technik beschränken; auch andere Berufs- und Gedankenkreise sollten sich an der höheren Verwaltung beteiligen. Es lag aber für uns als Techniker am nächsten, für unsere Beteiligung einzutreten und den anderen Kreisen die nötigen Schritte selbst zu überlassen.

Nunmehr liegt ein Plan der vor kurzem gegründeten Deutschen Gesellschaft für soziales Recht vor, einen Sammelband mit Aufsätzen zu dieser Technikerfrage herauszugeben. Ich habe ein Verzeichnis der vorgesehenen Aufsätze erhalten und möchte daraus einiges mitteilen.

Nach einer „Einführung" durch Herrn Kommerzienrat Wieland in Ulm und einem Aufsatz über die „Historische Entwicklung des Bildungsganges der höheren Verwaltungsbeamten" von Herrn Geheimrat Franz folgen Abhandlungen über Bureaukratismus, Methode der juristischen und der verwaltenden Arbeit, technisches Denken, der Techniker als Organitator in Privatbetrieben, in Staat und Gemeinde, die Technische Hochschule, die Handels-, die landwirtschaftliche Hochschule als Schule der Verwaltung, die Methode des juristischen Unterrichts an den Technischen Hochschulen, der Verwaltungsbeamte der Zukunft.

Auch an unseren Verein ist die Anregung zur Beteiligung ergangen; ich habe mich erboten, einen Beitrag über den Kulturwert der Technik zu liefern. Es scheint indessen gut, den Plan des Bandes noch weiter zu bereichern; ich möchte daher unsere Mitglieder anregen, mir geeignete Vorschläge zu machen; dies sollte nicht heute abend geschehen, sondern wenn die Herren den hier mitgeteilten Plan im Sitzungsbericht vor sich haben.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch eine weitergehende Bemerkung machen. Diese Technikerfrage ist nicht nur eine Staats-, sondern für uns auch eine Standesfrage. Es ist für uns Techniker von großer Bedeutung, welcher Wertschätzung wir uns im Staatsleben erfreuen; man schätzt wohl die Technik hoch, aber nicht die Techniker. Und das kommt nur von der gewollten und festgehaltenen Einseitigkeit. Wir müssen dies ändern. Welchen großen Vorteil die Einseitigkeit in sich schließt, habe ich schon gesagt. Daraus folgt, daß wir sie nicht schlechthin aufgeben dürfen. Wir müssen nur aufhören, sie als die einzige Richtschnur anzusehen. Die höchste Leistungsfähigkeit im Beruf erreicht man am besten, wenn man sich auf ein eng begrenztes Sondergebiet einarbeitet; daneben aber darf man nicht vergessen, auch im übrigen Leben seinen Mann zu stehen. Der Techniker soll das Wort nehmen bei der Erörterung allgemeiner Fragen in der Tagespresse, in Versammlungen, er soll sich an den allgemeinen Bürgerpflichten beteiligen durch Übernahme von Ehrenämtern in Vereinen, im gemeinnützigen Dienst, z. B. in der Wohlfahrtspflege. Wir wissen, wie wenig Techniker in den Landtagen und im Reichstag sitzen; auch hier müßte Wandel geschaffen werden.

Die Welt versteht zu wenig die Sprache, in der technische Werke zu ihr reden. Die Sprache der Baukunst, die sie seit Jahrtausenden hört und sieht, versteht sie wohl, die Sprache des Maschinenbaus ist ihr zu neu. Hinter den Werken der Technik sieht die Welt nur Gedanken der Zweckmäßigkeit in der Formgebung und Gedanken des Geldgewinnens. Man verkennt, was sich weiter dahinter verbirgt; ist doch die neuzeitliche Technik der Träger, ja sogar der Schöpfer der ganzen Güterherstellung, beruht doch auf ihr die ganze Volkswirtschaft. Und ist doch das Ziel aller Technik, die Menschheit zu befreien von der Last schwerer körperlicher Arbeit, damit der menschliche Geist sich ungehindert aufschwingen konne zu lichten Höhen. An uns liegt es, uns im Volks- und Staatsleben zur Geltung zu bringen, indem wir den Gedankeninhalt der Technik, die Denkweise des Technikers, seinen schöpferischen Idealismus in das Leben unseres Volkes tragen, und indem wir laut fordern, wozu wir uns für berechtigt halten, eingedenk des Goetheschen Wortes: „Was bringt zu Ehren? Sich wehren!"

Wird aus der Versammlung zum geschäftlichen Teil noch das Wort verlangt? Wenn dies nicht der Fall ist, so kommen wir zum Bericht der Kassenprüfer, und ich erteile das Wort Herrn Blanc.

Herr **Blanc**: M. H.! Im Auftrage des Vorstandes des Elektrotechnischen Vereins haben Herr Lux und ich die Kasse und die Kassenbelege geprüft. Wir haben alles in bester Ordnung befunden, und ich bitte, der Kassenführung Entlastung erteilen zu wollen.

Vorsitzender: Von den Herren Kassenprüfern ist Entlastung beantragt worden. Ich frage, ob das Wort verlangt wird? Das scheint nicht der Fall zu sein; dann nehme ich Ihre Zustimmung an und erteile unserem Schatzmeister die Entlastung. Ich spreche den Herren Kassenprüfern den Dank für ihre Mühewaltung aus.

Wir kommen jetzt zu Punkt 3 der Tagesordnung, und ich erteile das Wort Herrn Dr. Ernst Börnstein zu seinem Vortrag: „Probleme der rationellen Steinkohlenverwertung".

Bericht.

Der Vortragende gab zunächst einen Überblick über die in der Welt vorhandenen Lager von Mineralkohlen. Deutschland hat das Glück, in dieser Beziehung verhältnismäßig gut versorgt zu sein, befindet sich doch über die Hälfte der europäischen Steinkohlenvorräte auf seinem Gebiete. Dennoch ist es dringend notwendig, mit ihrer Ausnutzung sparsam vorzugehen, denn eine Vermehrung durch Auffindung neuer Lager ist nicht zu erwarten, an anderen natürlichen Brennstoffen sind wir nicht so reich, und die Verwertung der Naturkräfte des fallenden Wassers, der Sonnenwärme und der Luftbewegung ist erst noch zu entwickeln.

Verbesserungen in der rationellen Kohlenausnutzung sind einerseits in der Erhöhung des Wirkungsgrades unserer Heizvorrichtungen, anderseits in der „Aufbereitung" der Brennstoffe, ihrer Überführung in eine Form möglich, die eine bessere Ausnutzung der in ihnen steckenden Energie gestattet. Von den Verfahren, die letzteres bezwecken, kommen neben der Befreiung von mineralischen Beimengungen, der Sortierung nach der Korngröße und der Brikettierung besonders die Entgasung in Koksöfen und Gasretorten und die Vergasung durch Verbrennung mit ungenügenden Luftmengen oder Wasserdampf zu heizkräftigen Brenngasen in Betracht.

Bei der Entgasung sind Fortschritte erzielt worden durch Gewinnung von Tieftemperaturteer, die auf Zersetzung der Kohlen unter Vermeidung von Überhitzung der flüchtigen Produkte beruht und einen Teer ergibt, der fast keine aromatischen, sondern meist naphtaartige Kohlenwasserstoffe enthält und reichliche Treib- und Schmieröle darzustellen erlaubt. Da man fand, daß der Generatorteer die gleichen Eigenschaften besitzt, war die Möglichkeit gegeben, solche Öle, die wir sehr entbehrten, in größeren Mengen zu gewinnen.

Auch in der Richtung, durch direkte Wasserstoffanlagerung — Hydrisierung — aus dem Teer oder sogar der Steinkohle selbst wasserstoffreiche Öle für alle Zwecke der Heizung und Beleuchtung zu gewinnen, scheinen wichtige Neuerungen sich vorzubereiten, wenn man hoffen darf, daß das Verfahren von Bergius und Bittwiller, das den Patentanmeldungen zufolge mit hohen Temperaturen und großem Druck arbeitet und dabei vielversprechende Ergebnisse liefert, in absehbarer Zeit eine Form erhält, die eine praktische Ausführung im großen ermöglicht.

An den Vortrag schloß sich eine Erörterung, an der sich die Herren Eichel, Passavant, Strecker und der Vortragende selbst beteiligten. Der Vorsitzende sprach den Dank des Vereins für den gehörten Vortrag aus.

Vorsitzender: Wenn das Wort nicht mehr gewünscht wird, so erteile ich das Wort nunmehr Herrn Dr. Beckmann zu seiner Mitteilung über die Arbeitstherapie von Kriegsbeschädigten.

Bericht.

Der Vortragende knüpfte an seinen im Mai 1916 im Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrag über die Wiederertüchtigung kriegsbeschädigter Industriearbeiter[1]) an. Er zeigte an Hand zahlreicher Lichtbilder, wie die Kriegsbeschädigten noch während ihrer Lazarettzeit in den Werkstätten der Accumulatorenfabrik A. G. und auch bei anderen Firmen beschäftigt und allmählich befähigt werden, ihre frühere Tätigkeit wieder auszuüben. Durch die Vorführung kinematographischer Aufnahmen wurden die Ausführungen des Vortragenden noch näher erläutert.

Vorsitzender: Wir kommen jetzt zum letzten Punkt unserer Tagesordnung, und ich erteile das Wort Herrn Direktor Perls zu seiner Mitteilung über die Beschäftigung von Kriegsblinden in der Werkstatt.

An die Mitteilungen der Herren Beckmann und Perls schloß sich eine Erörterung, an der Herr Zehme und der Vortragende selbst teilnahmen. Die Mitteilung des Herrn Perls und die anschließende Erörterung wird in der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: Sie haben an dem warmen Ton, mit dem die beiden Herren ihre Vorführungen vorgetragen haben, schon gehört, wie sehr sie beide mit dem Herzen bei der Sache sind. Herr Dr. Beckmann und Herr Direktor Perls haben sich eine unendliche Mühe gegeben, die Kriegsbeschädigten wieder zur Arbeit zurückzuführen. Sie gehen beinahe in dieser Aufgabe auf. Herr Perls hat außerdem das Heim für Kriegsblinde gegründet, das der Verein neulich besucht hat, in dem es den Leuten behaglich gemacht wird, um ihnen ihr schweres Los zu erleichtern. Wir dürfen mit Stolz auf diese Leistungen unserer beiden Vereinsgenossen sehen und sie beglückwünschen zu dem Erfolg, den sie erzielt haben. Ich möchte noch besonders für die Vorführungen danken.

Der Generalsekretär
L. Schüler.

Neuanmeldungen.

Appelt, Rud., Konzessionierter Elektrotechniker, Liebenau i. Böhmen.

Ringsdorff, P., Dynamobürsten-Spezialfabrik, Mehlem a. Rhein, Zweigbüro Charlottenburg.

Roth, Ernst, Diplomingenieur, Lehe, z. Zt. im Felde.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Von unseren Fachgenossen starben den Heldentod fürs Vaterland:[2])

R. Czwalina, Dr.-Ing., Oberlehrer an den kgl. verein. Maschinenbauschulen Köln, Leutnant d. L. und Inhaber des Eisernen Kreuzes.

Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:

M. Herklotz, Ingenieur, Berlin und Unteroffizier (österr. Verdienstkreuz m. Krone a. Bande d. Tapferkeitsmedaille).

---

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 221, 466, 484, 504.
[2]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 211; 1918, S. 19, 59, 80, 99.

Digitized by Google

Hochschulnachrichten. Der ord. Professor der chemischen Technologie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule Darmstadt, Geh. Hofrat Dr. O. Dieffenbach, ist vom Lehramt zurückgetreten.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Kreisdiagramme des Asynchronmotors in neuer Darstellung.

Unter diesem Titel bringt O. BLOCH† in der „ETZ" 1918, S. 34 und 42 eine verhältnismäßig einfache, auch die primären Kupferverluste berücksichtigende Ableitung des Asynchronmotoren-Diagrammes. Mit Recht betonte der Verfasser die Vorzüge des von ihm angegebenen Verfahrens gegenüber der zeitraubenderen Ossannaschen Diagrammkonstruktion und sprach die Ansicht aus, daß nun die Bevorzugung des allerdings sehr einfachen, aber nicht ganz richtigen Heylandschen Kreisdiagrammes nicht mehr gerechtfertigt sei.

Für den Einen oder Anderen ist vielleicht der Hinweis von Interesse, daß man auch auf noch einfachere und erheblich übersichtlichere Art das genaue Motorendiagramm aufzeichnen kann, nach einem Verfahren, das sozusagen ebenso leicht und mühelos anwendbar ist wie das Heylandsche. Dieses Verfahren habe ich vor 14 Jahren[1]) an dieser Stelle veröffentlicht.

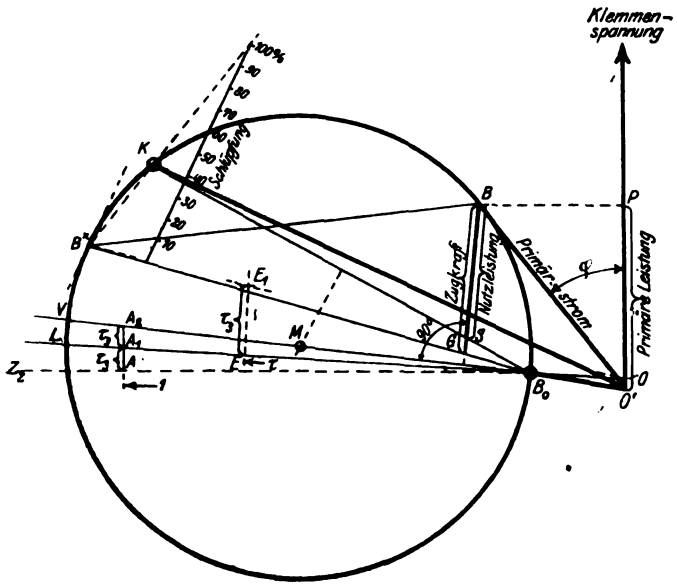


Abb. 1.

Das Diagramm entsteht auf folgende Weise (Abb. 1):

1. Aufzeichnung des Leerstromes $O'B_0$.
2. Aufzeichnung des Kurzschlußstromes $O'K$.
3. Auf einer durch B_0 gelegten, senkrecht zur Klemmenspannung liegenden Hilfsgeraden $B_0 Z_2$ in irgend einem Maßstab die Strecke $1 = B_0 A$ auftragen.
4. Von A aus senkrecht nach oben im gleichen Maßstab zweimal die Strecke r_2 anfügen, wobei
$$r_2 = \frac{\text{Leerstrom} \times \text{Statorwiderstand pro Phase}}{\text{Klemmenspannung pro Phase}}$$
5. Die so entstandenen Punkte A_1 und A_2 mit B_0 verbinden, und den mittleren Strahl $A_1 B_0$ bis zum Schnitt 0 mit der Klemmenspannung verlängern.
6. Um den Schnittpunkt M zwischen der Mittelsenkrechten auf $B_0 K$ und dem oberen Strahl $B_0 V$, durch die Punkte B_0 und K, den Diagrammkreis zeichnen.
7. Abmessung der gesamten Motorstreuung
$$\tau = \frac{O B_0}{B_0 L}.$$
8. Auf OL von O aus in irgend einem Maßstab die Größe τ auftragen, gleich OE, und senkrecht dazu im selben Maßstab die Größe r_2, gleich EE_1.
9. Durch die Richtung OE_1 auf dem Kreis den Punkt $B\times$ (∞ Schlüpfung) herausschneiden und diesen mit B_0 verbinden.
10. Parallel zur Kreistangente in $B\times$ irgendwo die Schlüpfungsgerade aufzeichnen, auf welcher die Verlängerung von $B\times K$ den Schlüpfungswert 100% herausschneidet.

[1]) Vgl. „ETZ" 1904, Heft 22 u. 23.

Für irgend einen Betriebspunkt B bedeutet dann:

$O'B$ den Statorstrom,

φ seinen Phasenverschiebungswinkel.

Auf der Senkrechten auf den Kreisdurchmesser $B_0 V$:

BS die Nutzleistung (ausgedrückt in Wattstrom pro Phase), und

BG die Zugkraft (ausgedrückt in Wattstrom pro Phase der Leistung [Zugkraft × Synchrongeschwindigkeit]),

$O'P$ die Primärleistung (ausgedrückt in Wattstrom pro Phase),

$\frac{BS}{O'P}$ den Nutzeffekt.

Auf der Schlüpfungsskala der durch $BB\times$ herausgeschnittene Abschnitt: die Schlüpfung.

Wie man sieht, sind zur Aufzeichnung des Diagrammes praktisch keine Rechnungsarbeit und nur sehr wenig Striche erforderlich. Dabei ist dieses Diagramm theoretisch richtig und enthält nur solche Vernachlässigungen, deren Berücksichtigung zeichnerisch wohl kaum in die Erscheinung treten würde. An Versuchen sind also nur nötig:

1. Messung des Leerstromes und der Leerlaufwatt,
2. Messung des Kurzschlußstromes und der Kurzschlußwatt,
3. Messung des Statorwiderstandes pro Phase.

In „ETZ" 1904, S. 447 und 474 finden sich dann noch eine Reihe von meßtechnischen Vorsichtsmaßregeln, an deren Zweckmäßigkeit wohl nicht überall gedacht wird, und die in manchen Fällen vielleicht ganz gute Dienste leisten könnten.

Daß das beschriebene Diagramm nicht bloß theoretisch, sondern auch praktisch richtig ist, haben nicht nur meine eigenen ausgedehnten Beobachtungen ergeben, zu einer Zeit, als ich noch auf diesem Sondergebiet tätig war und das Diagramm sehr oft benutzte, sondern die Brauchbarkeit der vorliegenden Lösung wurde auch anderwärts bestätigt. So hat z. B. Professor LOMBARDI in Neapel im Jahre 1906 in verdienstvoller Weise die damals bekannt gewesenen Asynchronmotoren-Diagramme einer genauen Prüfung unterzogen[2]) und unter diesen die Gültigkeit der Methode von OSSANNA und der vorliegenden Konstruktion durch eingehende Messungen und Vergleichsbremsungen auf das genaueste untersucht. Bei beiden Diagrammen ergab sich praktisch vollständige Übereinstimmung mit den durch unmittelbaren Versuch erhaltenen Zahlen, sowohl bei Motorbetrieb als auch in weiten Gebieten des Übersynchronismus.

Die Zuverlässigkeit des Diagrammaufbaues erscheint nach diesen ausführlichen Untersuchungen, und auch nach meinen eigenen Erfahrungen, so groß zu sein, daß dieser zeichnerische Weg bei Expertisenentscheidungen oft viel eher als Unterlage dienen kann als unmittelbar ausgeführte Belastungsversuche, ganz besonders bei großen Motoren. Solche Belastungsversuche kranken an dem Übelstand, daß eine neu hinzugekommene Unbekannte — der Nutzeffekt der Belastungsmaschine — erst ausgeschieden werden muß. Dies in zuverlässiger Weise vorzunehmen, verursacht oft nicht geringe Schwierigkeiten, wie ich aus Erfahrung weiß.

Die Benutzung des Diagrammes als Grundlage zur Beurteilung der Einhaltung von Garantien bei großen Motoren erscheint um so zuverlässiger, als man später im Betrieb durch einfache Messungen den Zusammenhang zwischen Strom und Phasenverschiebung feststellen, und damit die richtige Lage und Größe des Diagrammkreises nachprüfen kann. Unter Umständen können solche nachträgliche Messungen dazu dienen, rückwärts gewisse Unsicherheiten bei der Kurzschlußmessung zu beseitigen. Die Möglichkeit zu einer solchen Unsicherheit erhellt z. B. aus den Diagrammen, die Dr. R. RÜDENBERG anläßlich seines interessanten Vortrages über „Neue Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme" am 29. 1. 1918 im Elektrotechnischen Verein zur Darstellung brachte. Aus diesen Darlegungen ging hervor, daß starke Anker-Wirbelstrombildung vermag, die Endpunkte der Primärstromvektoren bei großer Schlüpfung außerhalb den für den normalen Betriebsbereich gültigen Diagrammkreis zu verlegen, so daß also in einem solchen Fall ein auf den Kurzschlußpunkt unmittelbar aufgebauter Diagrammkreis zu groß würde. Bei Motoren mit schmalen Ankernuten und hohen Leiterquerschnitten, bei denen sich das gegenseitige Wirbelstromverhältnis von Rotor zu Stator einer annähernden Schätzung entzieht, kann also der Kreismittelpunkt M mit Hilfe irgend einer im belasteten Betrieb vorgenommenen Strom- und Phasenverschiebungsmessung herausgeschnitten werden.

[2]) „Il diagramma circolare delle macchine asincrone polifasi". Estratto dagli „Atti della Associazione Elettrotecnica Italiana". Milano, tipo-lit. Rebeschini di Turati; ferner: „Zeitschr. f. Elektrotechn. u. Maschinenb.". Wien 1906, Heft 40.

Für denjenigen, der gewohnt ist, die Eigenschaften eines Motors überschlagsweise aus dem durch Versuch bestimmten Streuungskoeffizienten zu beurteilen, ist es einfacher, diesen Koeffizient statt wie oben durch $\tau = \frac{O B_0}{B_0 L}$ durch $\sigma = \frac{O B_0}{O L}$ zu definieren. Dann ergibt sich nämlich die angenäherte Streuung durch den einfachen Quotienten

$$\sigma = \frac{\text{Leerlaufstrom}}{\text{Kurzschlußstrom}}.$$

Die Benutzung der Definition σ bringt noch einen weiteren Vorteil. Wie man leicht nachrechnen kann, ergibt sich der höchst erreichbare Leistungsfaktor eines Motors aus dem vereinfachten Diagrammkreis, bei welchem der Leerlauf- und der Kurzschlußstrom in den auf der Klemmenspannung senkrechten Durchmesser fallen, zu

$$\cos \varphi_{max} = \frac{1}{1 + 2\tau}, \text{ oder}$$

$$\cos \varphi_{max} = \frac{1}{1 + 2\sigma + 2\sigma^2 + 2\sigma^3 + \ldots}.$$

Nun sind aber beide Werte etwas zu klein, weil in Wirklichkeit der Diagrammkreis-Mittelpunkt wegen der primären Kupferverluste höher liegt. Wir kommen deshalb, besonders bei kleineren Motoren, dem wahren Werte näher, wenn wir den zweiten Ausdruck verwenden und in ihm die Glieder der höheren Potenzen unterdrücken. Wenn wir also, unter Benutzung des durch den Quotienten $\frac{\text{Leerlauf}}{\text{Kurzschluß}}$ bestimmten Streufaktors σ die höchst einfache Rechenschieberoperation $\frac{1}{1 + 2\sigma}$ durchführen, so erhalten wir mit ziemlich großer Annäherung ein Maß für den maximalen cos φ des betreffenden Motors.

Nun steht die Tatsache, daß die Streuungsdefinition σ gegenüber dem Faktor τ erhebliche Vorteile aufweist, einer gewohnheitsmäßigen Verwendung des oben beschriebenen genauen, auf τ aufgebauten Diagrammes nicht im mindesten entgegen. Durch die Annahme des Koeffizienten σ als Definition der Motorstreuung werden die Aufzeichnungsregeln in keiner Weise geändert; es verliert dann einfach die bei den Punkten 7 und 8 erwähnte Größe τ ihren physikalischen Sinn. Der Streufaktor σ hingegen ergibt sich aus dem Diagramm aus dem Quotienten

$$\sigma = \frac{O B_0}{O L}.$$

Fürstenwalde (Spree), 14. II. 1918.

Hugo Grob.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das ABC der wissenschaftlichen Betriebsführung. (Primer of Scientific Management by Frank B. Gilbreth.) Frei bearbeitet von Dr. Colin Ross. Mit 12 Textabb. VIII u. 77 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 2,80 M.

Die Literatur über das von Taylor ausgebaute System der wissenschaftlichen Betriebsführung ist um ein wertvolles Buch bereichert worden. Es bietet an sich nichts überraschend Neues, wohl aber empfiehlt es sich durch knappe, übersichtliche Darstellung der wesentlichsten Punkte des Systems und der gegen dasselbe erhobenen Einwände. Gegenüber den Werken von Taylor-Wallichs und dem noch eingehenderen Buche von Seubert (vgl. „ETZ" 1914, S. 721, 950) über den gleichen Gegenstand, ist im vorliegenden ein

Digitized by Google

Handbuch geschaffen, welches auch dem technischen Laien das A B C dieser Dinge näher bringen will und kann. In dieser Hinsicht verdient es weiteste Verbreituug in der deutschen Industrie. Doch davon später.

Zunächst ein Wort über das Buch selbst: Zweifellos wird in den kommenden Jahren, wo die menschliche Arbeitskraft in wirtschaftlichster Weise ausgewertet werden muß, eine wissenschaftliche Betriebsführung die Macht des bisherigen „Raubbau"-Systems brechen. Ob diese Schlacht nun gerade in Deutschland auf der Taylor-Linie ausgefochten wird, bleibt abzuwarten. Mir will unter Berücksichtigung der Eigenart des deutschen Arbeiters scheinen, als müsse nicht nur, wie Dr. Ross es so trefflich getan hat, das Buch „nach dem Amerikanischen frei bearbeitet werden", sondern auch das System als solches. Mich näher hierüber auszulassen, verbietet der Zweck dieser Zeilen. Zweifellos ist die Betriebsführung auf wissenschaftlicher Grundlage eine der brennendsten Fragen in den Jahren nach dem Kriege, mit denen sich die Förderer der Technik im Rahmen der gesamten Volkswirtschaft werden auseinandersetzen müssen. Aufklärend in dieser Hinsicht zu wirken, ist eine der Hauptaufgaben dieses preiswerten Büchleins. Das System als solches dürfte in Fachkreisen bekannt sein; mehr als seine Vorgänger betont diese Schrift unter dem Einfluß des Krieges die zweckmäßigste Gestaltung der Arbeit und die zweckmäßigste Verwendung der Arbeitskraft als nationale Forderung. Soweit müssen wir es bald bringen, daß jeder Ingenieur, jeder Fabrikant das System der wissenschaftlichen Betriebsführung kennt; ob er es restlos durchführt, ist seine Sache. Zweifellos bringt aber die bloße Beschäftigung mit diesen Fragen eine solche Fülle von Anregungen mit sich, daß bald ein deutsches System sich bilden wird.

Nicht weil Taylor, der geniale Organisator, ein Amerikaner war, sondern weil unsere Arbeiter Deutsche sind und nicht Amerikaner, brauchen wir ein deutsches System. Sie geben ihr Bestes unter anderen Bedingungen wie der Amerikaner, der antwortete: Die Hauptsache sei ihm, und das sei alles, was er von dem neuen System wisse, daß er seitdem ungefähr ein Drittel mehr Wochenlohn verdiene und nirgends so gut behandelt worden sei, wie hier (S. 50). Die Forderung „Nichts als Geld" beherrscht ihn nicht so sehr, der Anteil der nicht in Geld umzusetzenden Lebensideale ist bei ihm größer. Und mit diesen ist insonderheit zu rechnen, soll ein gedeihliches Zusammenarbeiten zwischen den geistig und körperlich Arbeitenden sich entwickeln. Die Entwicklung der Arbeit zum Sport (S. 74) tötet die Tradition, die persönlichen Beziehungen zwischen dem Arbeitgeber und -nehmer, das darf dabei nicht übersehen werden, denn zu Zeiten großer Krisen bilden diese oft ein wertvolles Steifungsmittel. Dieses spricht nicht gegen das System als solches, sondern nur gegen seine Übertreibungen, das „Amerikanische im System", und führt zu der Forderung eines deutschen Systems. Das Fehlen eines solchen ist auch die Ursache, daß unsere gewiß nicht als engherzig und rückständig bekannte Industrie bisher so wenig Sympathie für das Taylor-System gezeigt hat. Führend auf dem Wege zu einer wissenschaftlichen Betriebsführung sind einige größere Maschinenfabriken und Hüttenwerke. Der weitaus größte Teil der deutschen Industrie geht seinen eigenen Weg — leider, denn eine Unsumme von Arbeit wird doppelt geleistet und führt nicht zu der notwendigen und angestrebten Vollendung. Dabei ist das Streben nach Vervollkommnung der Arbeitsmethode in großen Kreisen vorhanden; ein anderer, leider nicht geringer Teil, ist über ein natürliches Mindestmaß von Organisation noch nicht hinausgekommen.

Seinen Grund hat dieses einzig und allein, wie Unterzeichneter auf Grund mehrjähriger Reisen in der deutschen Industrie feststellen konnte, in einer falschen Sparsamkeit, nämlich bei der Besetzung der Posten eines Betriebsleiters, technischen Direktors usw. Die Maschinenfabriken seien besonders ausgenommen. Man begnügt sich bei der Besetzung dieser Stellen im allgemeinen mit billigen technischen Kräften, die ihre Arbeit für abgeschlossen halten und sich mehr oder weniger zur Ruhe setzen, sobald der ihnen unterstellte Betrieb „rundgeht". Die Erledigung der einfachsten wirtschaftlichen Fragen ist bereits etwas Außergewöhnliches. Wieviel hier noch im argen liegt, vermag nur der zu beurteilen, der Gelegenheit hat, in den verschiedensten Industrien Fabriken jeder Größe in allen Einzelheiten durchzugehen. (Bei kleineren Werken, die einen selbständigen technischen Leiter nicht besitzen, bieten sich in dieser Hinsicht dem beratenden Ingenieur dankbare Aufgaben.) Hier muß zunächst Wandel geschaffen werden. Der tüchtigste Leiter ist an seinem Platze gerade gut genug. Eine Mehrausgabe für den richtigen Mann an dieser Stelle ist als Gewinn in der Bilanz zu buchen. Dort, wo man bisher die Vollkommenheit des Betriebes sah, darf erst das N N des tüchtigen Ingenieurs liegen. Nun erst beginnt der zweite Hauptteil seiner Arbeit, die kritische Untersuchung des bisher höchsten Standes der Fabrikation, die systematische Auswertung von Arbeit, Mensch und Maschine.

Dieses Bedürfnis zu wecken, wo es noch nicht vorhanden, ein vorhandenes zu erweitern und zu befriedigen, eingeführte Arbeitsmethoden kritisch zu untersuchen und zu bewerten, betrachte ich als die Hauptaufgabe dieses handlichen Büchleins. Möge es in den Kreisen der Industrie, besonders auch in den Fabriken mittlerer Größe Eingang finden. Gutes wird es von selbst tun.

Niemand darf mit seiner Arbeitskraft Verschwendung treiben, diese Forderung des Verfassers im Schlußwort wird nach dem Kriege eine bisher nicht gekannte Bedeutung gewinnen. Sie wird zu einer zwingenden Notwendigkeit im Interesse einer gedeihlichen Entwicklung unserer deutschen Industrie als Gesamtheit, sowie des Kräfteausgleichs in derselben. Möge es dem Herausgeber gelingen, sein Buch als Werbeschrift in weiten Kreisen der Industrie einzuführen. Möge es Zustimmung und viel Widerspruch wecken, sie bilden die Bausteine bei der Schaffung eines deutschen Systems der wissenschaftlichen Betriebsführung.

Gieseking, Hannover.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Die einfache, die doppelte und die amerikanische Buchführung. Zum Selbstunterricht, leicht faßlich und übersichtlich dargestellt. Mit vielen praktischen Beispielen und Erläuterung der wichtigsten Bestimmungen. Ein Nachschlagebuch für jeden Geschäftsmann und kaufmännischen Angestellten von W. Wohlberedt. Verlag von L. Schwarz & Co., Berlin 1918. Preis 1,35 M.

Einheits-Stenographie (Stolze-Schrey). Methodisches, leichtfaßliches Lehrbuch zum Selbstunterricht von M. Oetjen, Lehrer der Stenographie. Verlag von L. Schwarz & Co., Berlin 1918. Preis 1,35 M.

Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. In 5 Bänden. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen, herausgegeben von Prof. Dr. L. Graetz. Bd. I. Lieferung 3. Mit 56 Abb. VIII u. 760 S. in 8°. Verlag von Johann Ambrosius Barth. Leipzig 1918. Preis 20 M.

Die Technik der Fernmelde-Schaltung. Telephonie — Telegraphie — Signalwesen. Analytische Betrachtungen über die Regeln und Gesetzmäßigkeiten der Stromkreise. Von E. Neuhold. Mit 58 Abb. 78 S. in 16°. Verlag von A. Gerhard & Co. Berlin 1918. Preis kart. 3,50 M,

Werktuigkunde voor den Electrotechnicus. Inleiding tot de Studie der Electrotechniek. Von R. Swierstra. Mit 105 Abb. XIV u. 135 S. in 8°. Verlag von Maatschappij voorheen van Mantgem & de Does. Amsterdam 1918. Preis 3,25 Gulden.

Das Skizzieren von Maschinenteilen in Perspektive. Von Carl Volk. 4. erw. Auflage. Mit 72 Abb. 38 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 2 M.

Deutsche Zukunftsaufgaben und die Mitwirkung der Ingenieure. Von Dr. A. v. Rieppel. 60 S. in 8°. Selbstverlag des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin 1918. Im Buchhandel durch Julius Springer. Berlin Preis 1,60 M.

Sonderabdrucke.

E. Zschimmer. Zeitersparnis bei der wissenschaftlichen Arbeit. „Zeitschrift für angewandte Chemie", Jahrg. 31, 1918, Nr. 15.

Ths. Norberg-Schulz. Norges elektricitetsforsyning. „Elektroteknisk Tidskrift". November 1917.

G. Schmidt. Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons Heberschreiber. „Die Naturwissenschaften" 1918, Heft 1/2.

Neue Zeitschriften.

Archiv für Elektrotechnik. Heft 8/9, Bd. 6, 1918, enthält folgende Arbeiten: W. Rogowski, Spulen und Wanderwellen. I. Einschaltspannungen der Spule aus zwei Windungen; K. W. Wagner, Wanderwellen-Schwingungen in Transformatorwicklungen.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Altenburger Land-Kraftwerke A.G., Altenburg S.-A.[1]) Nach dem Bericht über das 5. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 0,340 Mill. M (0,258 i.V.) und der Reingewinn 0,073 Mill. M (0,071 i.V.). Es werden 5% Dividende auf 1 Mill. M Aktienkapital (wie i.V.) gezahlt.

Dividenden. Sächsische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A.G., Oberlungwitz: 10% (wie i.V.) auf 6,5 Mill. M (wie i.V.). — Hansa-Lloydwerke, A.G., Bremen: 12% (wie i.V.) auf 14 Mill. M (beantragt).

Arbeitsmarkt.

Januar 1918.[2]) Im Bau von Dynamos, Elektromotoren und Transformatoren war im Januar derselbe befriedigende bzw. gute Geschäftsgang festzustellen wie in den Vormonaten. Im Akkumulatorenbau wird zum Teil eine Steigerung des Geschäftsganges im Vergleich zum Vorjahr festgestellt. Die Löhne sind weiter gestiegen. Auch aus dieser Industrie wird Überstundenarbeit gemeldet. Für elektrotechnische Meßinstrumente übertrafen die Aufträge die des Vormonats und des Vorjahres nicht unerheblich. Auch in der Herstellung von elektromedizinischen Apparaten ist zum Teil eine Zunahme der Beschäftigung gegenüber Januar 1917 bemerkbar. Die Schwachstromelektrotechnik wies einen etwas besseren Geschäftsgang als im Januar 1917 auf. Für die Herstellung von Apparaten für elektrische Beleuchtung ist keine wesentliche Veränderung der Beschäftigungsverhältnisse eingetreten. Die Einrichtung von elektrischen Licht- und Kraftanlagen ist im ganzen unverändert geblieben; dem Vorjahr gegenüber ist teilweise eine weitere Erhöhung der Tätigkeit eingetreten. Die Kabelwerke schildern den Geschäftsgang als gut und lassen im allgemeinen keine Veränderung der Beschäftigung erkennen. Einzelnen Meldungen einer weiteren Verbesserung gegenüber dem Vorjahr stehen vereinzelte Feststellungen eines geringen Nachlassens der Beschäftigung gegenüber.

19 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. Febr. 1918 35 634 männliche (— 1,7% g.Vm.) und 56 823 weibliche (—3,8% g.Vm.) Pflichtmitglieder. 16 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende Januar 1918 mit insgesamt 5674 (+ 965 bzw. + 20,5% g.Vj.)[3]) an, die Zahl der Männer ist um 237 auf 3145 gestiegen, die der Frauen hat um 728 zugenommen. Angaben von 15 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 5616 Beschäftigte (+ 73 bezw. + 1,3% g.Vm.)[4]), darunter 3087 Männer (+ 100); die Zahl der Frauen fiel um 27. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 472 Arbeitsgesuche vor, d. s. 40% der 1177 angemeldeten offenen Stellen (29% von 916 i.Vm.; 34% von 1230 i.Vj.)[5]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 335. Auf Preußen entfallen 300 Arbeitsgesuche, d. s. 48% von 626 Arbeitsgelegenheiten (31% von 499 i.Vm.; 30,5% von 780 i.Vj.); 199 Stellen kamen hier zur Besetzung.

Firmenverzeichnis.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Hansa-Lloydwerke, A.G., Bremen: um 6 auf 20 Mill. M (beantragt).

Österreich-Ungarn. Die Firma Felten & Guilleaume, Fabrik elektrischer Kabel, Stahl- und Kupferwerke, A.G., beantragt eine Kapitalserhöhung um 1,5 Mill. K auf 10 Mill. K.

[1]) Bericht über 1912/13 vgl. „ETZ" 1913, S. 1272.
[2]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 2. Bericht über Dezember 1917 vgl. „ETZ" 1918, S. 112.
[3]) Bei 363 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 11,8% bei 84 der Maschinenindustrie + 12,6% g. Vj.
[4]) Bei 319 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 0,7% bei 82 der Maschinenindustrie + 1,5% g. Vm.
[5]) Für alle Fächer bei Männern 62% (54 i. Vm.; 61 i. Vj.), bei Frauen 99% (100 i. Vm.; 108 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 8: Wer liefert elektrische Kesselstein-Abklopfapparate Patent Devoorde?

Abschluß des Heftes: 16. März 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 28. März 1918.** **Heft 13.**

Die Vorausberechnung der Selbstkosten von Elektrizitätswerken.

Von B. Soschinski.

Übersicht. Auf Grund der von Rossander gegebenen Darstellung der Jahresbelastungskurven elektrischer Kraftwerke durch eine Exponentialgleichung wird ein Verfahren entwickelt, das die Vorausberechnung der Selbstkosten eines Elektrizitätswerkes an Hand der durch die bisherige Entwicklung gegebenen Erfahrungswerte gestattet. Seine Anwendung wird durch ein Beispiel für normale Fälle und für den besonderen Fall einer gleichmäßigen Belastung, wie sie bei Großabnehmern aufzutreten pflegt, erläutert.

Die Hauptaufgabe der Betriebsleitung elektrischer Werke ist, einen möglichst hohen Ertrag ihres Anlagewertes zu erzielen, also, mathematisch gesprochen, die Funktion Einnahmen weniger Ausgaben abhängig vom Einheitspreis der elektrischen Energie durch zweckmäßige Tarife zu einem Maximum zu machen. Daß dies nicht, wie man vielleicht meinen sollte, durch einen möglichst hohen Verkaufspreis erreicht werden kann, sondern im Gegenteil durch möglichste Herabsetzung des Einheitspreises, lehren die Erfolge aller derjenigen Werke, die der Tarifpolitik der Oberschlesischen Elektrizitätswerke gefolgt sind, die hierin als bahnbrechendes Vorbild gewirkt haben. Der innere Grund für diese Erscheinung liegt darin, daß durch hohe Preise gerade die guten Verbraucher vom Anschluß an das Elektrizitätswerk abgehalten werden, und daß die Wenigen, die Luxuspreise zu zahlen bereit sind, einen so geringen Verbrauch haben, daß sie keine genügende Benutzungsdauer der Betriebsmittel und infolgedessen nicht den günstigsten Ertrag gewährleisten können. Daß dies hauptsächlich die Folge der hohen festen Kosten der Elektrizitätswerke ist, ist bekannt, ebenso daß der Wirkungsgrad der Betriebsmittel um so schlechter ist, je geringer ihr Ausnutzungsfaktor oder auch der mittlere Belastungsfaktor des Werkes ist. Es werden eben durch niedrige Verkaufspreise neue und bessere Verbraucher herangezogen, die eine Verbesserung dieser Faktoren durch Verlängerung der Benutzungsdauer der Betriebsmittel verursachen. Damit werden zugleich die Einnahmen erhöht und die Ausgaben im Verhältnis zur erzeugten Energie vermindert, so daß eine Verbesserung des Ertrages die Folge ist.

Daß die Herabsetzung der Verkaufspreise nicht beliebig erfolgen darf, ist klar, da sie ja beim Unterschreiten des Selbstkostenpreises unbedingt zu Verlusten führen muß. Leider ist eine mathematische Lösung der Aufgabe, das beste Verhältnis der Verkaufspreise zu den Gestehungskosten zu finden, nicht möglich, weil sich auch hier nicht alle Veränderlichen — besonders das Anwachsen der Anschlüsse mit fallendem Einheitspreis — mathematisch erfassen lassen. Immerhin liegt eine Reihe von Abhandlungen über den Einfluß der Höhe des Verkaufspreises auf die Benutzungsdauer der Anschlußleistung auf Grund statistischer Angaben vor, so die Arbeiten von Dettmar, Norberg-Schulz, Schouten, F. W. Meyer, Passavant in früheren Jahrgängen der „ETZ", die gewisse Schlüsse auf die Tarifgestaltung zulassen, doch liegen diese Ergebnisse immer noch viel zu sehr auf dem Gebiete des Gefühls.

Auch die Abhängigkeit der Selbstkosten der Elektrizitätswerke von der Benutzungsdauer ihrer Betriebsmittel oder auch von anderen, hiermit leicht zu verknüpfenden Zeitgrößen, die ihrerseits zur unabhängig Veränderlichen „Verkaufspreis" führen, ist häufig zum Gegenstand von Untersuchungen gemacht worden. Hier haben diese bereits frühzeitig zu einer mathematischen Fassung geführt, wenn auch unter mannigfachen Vereinfachungen und Annahmen, da sich dieses Gebiet wesentlich besser der mathematischen Behandlung anpassen läßt.

Um überhaupt mit den Selbstkosten praktisch rechnen zu können, ist Grundbedingung, daß ihre Gleichung eine möglichst einfache Form erhält. Man strebt daher stets die Form der Gleichung einer Geraden oder einer gleichseitigen Hyperbel an und sucht durch geeignete Vereinfachung und Annäherung diese Formen auch in solchen Fällen zu erhalten, wo sie streng genommen nicht zutreffen. Dann stellen sich die gesamten Jahresselbstkosten K_g abhängig von der Jahreserzeugung $\mathfrak{E}$ [kWh/J], ferner die Selbstkosten K für das „Kilowattjahr", d. h. für jedes kW des Maximums M [kW] der Jahresbelastung des Werks (oder der nutzbaren Belastung) bei einer Benutzungsdauer T [h/J] oder auch bei einem mittleren Belastungsfaktor $\nu = \frac{T}{8760}$ und die Selbstkosten k für die kWh der erzeugten (oder der nutzbar verbrauchten) Energie dar als:

$$K_g = A + b\,\mathfrak{E}\ [\mathrm{M/J}],$$

$$K = a + b\,T = a + b'\,\nu\ [\mathrm{M/kWJ}],$$

$$k = a \cdot \frac{1}{T} + b = a' \cdot \frac{1}{\nu} + b\ [\mathrm{M/kWh}].$$

worin A [M/J] die gesamten festen, $b\mathfrak{E}$ [M/J] die gesamten beweglichen Jahreskosten, $a = a' \cdot 8760 = \frac{A}{M}$ [M/kWJ] die festen, $b = b' \times 8760$ [M/kWh] die veränderlichen Selbstkosten, bezogen auf das kWJ und die kWh, bezeichnen. A und b gelten als Konstanten, $\mathfrak{E}$ und T oder ν als die unabhängigen, K_g, K und k als die abhängigen Veränderlichen.

Daß diese Darstellung nicht für alle Fälle gilt, weil eben A und b nicht als mit T unveränderliche Größen anzusprechen sind, habe ich an anderer Stelle[1]) gezeigt. Diese Größen bleiben nur dann über eine längere Reihe von Jahren konstant, wenn die Entwicklung des Werkes sich so vollzieht, daß die hinzutretenden Abnehmer im wesentlichen die gleiche Betriebsdauer T des Maximums bedingen und die Erweiterung der Betriebsmittel keine wesentliche Änderung der festen Kosten für das kW der Leistung und der veränderlichen Betriebskosten verursachen. Ist das nicht der Fall, so ändern sich A und b und damit auch a, u. zw. im normalen Falle so, daß die Kurve $f(\mathfrak{E}, K_g)$ ihre hohle Seite der $\mathfrak{E}$-Achse zukehrt (vgl. Abb. 15 auf S. 655 „ETZ" 1915), d. h. also, daß die Kosten mit steigendem Verbrauch günstiger werden. Daß man auch in diesem Falle die lineare Gleichungsform zur Darstellung der Selbstkosten beibehält, ist eine reine Zweckmäßigkeitsfrage. Die dadurch erhaltenen Konstanten gelten natürlich nur für das Jahr, für das sie ermittelt sind. Wie sie am einwandfreiesten und einfachsten aus den Betriebsangaben bestimmt werden, ist der Gegenstand meiner damaligen Abhandlung gewesen. Eine Vorausberechnung ist jedoch auf diesem Wege nicht möglich.

Ein Verfahren zur Vorausberechnung der Betriebskosten auf Grund der vorhandenen (oder angenommenen) Betriebszahlen der Maschinenanlage eines Werkes ist von Klingenberg[1]) für die beiden Grenzzustände des besonderen Falles gleicher Maschinensätze gegeben worden.

Im folgenden soll nun ein Verfahren für den allgemeinen Fall ungleicher Maschinensätze entwickelt werden, das unter bestimmten Voraussetzungen gestattet, die Selbstkostenkurve jedes Werkes auch für eine Reihe von Jahren im voraus zu berechnen und daraus die Selbstkostenkonstanten für eine voraussichtliche, zukünftige Entwicklung mit einer Genauigkeit zu bestimmen, die den Schätzungen für die Zukunft entspricht. Dadurch ist ein Weg gegeben, einen Tarif, der dieser zukünftigen Entwicklung entspricht oder sie herbeizuführen geeignet ist, mit wesentlich größerer Sicherheit auf die zukünftigen Erzeugungskosten zu beziehen, als es bisher möglich war. Denn jetzt ist man lediglich darauf angewiesen, den voraussichtlichen Einfluß, den ein neuer Tarif auf die Betriebsdauer der Betriebsmittel und die dadurch zu erwartende Verbesserung der Betriebskonstanten ausüben wird, zu ahnen (etwa auf Grund mittlerer statistischer Zahlen), und Enttäuschungen lassen sich nur dann vermeiden, wenn man bei Tarifumbildungen zögernd Schritt um Schritt vorgeht und den Erfolg jedes Schrittes abwartet, ein Verfahren, das naturgemäß sehr lange Zeit beansprucht und doch keine Sicherheit dagegen schafft, daß der nächste Schritt ein Fehltritt ist.

Zusammenstellung der benutzten Bezeichnungen.

A, a (mit und ohne Weiser) Konstanten für den Leerlaufsverbrauch.

B, b desgl. für den zusätzlichen Verbrauch.

D, D_t $\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{h}}\right]$ Wärmeinhalt des in 1 h vom Stromerzeuger verbrauchten Dampfes bei voller und augenblicklicher Belastung.

d, d_t $\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{kWh}}\right]$ desgl. des spezifischen Dampfverbrauchs für 1 kWh im Stromerzeuger.

$\mathfrak{E}$ $\left[\frac{\text{kWh}}{\text{J}}\right]$ gesamte während eines Jahres erzeugte Energie.

$\mathfrak{E}_r$ $\left[\frac{\text{kWh}}{\text{J}}\right]$ desgl. für eine Maschine.

η_{kt}, η_k, η_{rt}, η_r Wirkungsgrad von Kessel und Dampfleitung bei augenblicklicher und voller Belastung.

f Betriebszeitfaktor.

$h = \frac{M}{L_i}$ Höchstbelastungsfaktor.

L_i [kW] installierte Gesamtleistung des Werkes.

L_r [kW] volle (normale) Leistung einer Maschine.

M [kW] Jahresmaximum.

m_k, m_r, m_d, m augenblickliche Belastungsfaktoren von Kessel, Dampfleitung und Stromerzeuger.

[1]) Zur Bestimmung der Stromerzeugungskosten und Tariffrage der Elektrizitätswerke. „ETZ" 1915, S. 635.

[1]) Siehe dessen Aufsatz „Richtlinien für den Bau großer Elektrizitätswerke mit Dampfbetrieb", „ETZ" 1912 S. 781.

Digitized by Google

$\mu = \frac{N_t}{M}$ Verhältnis der augenblicklichen Belastung zur höchsten Jahresbelastung.

N_t [kW] augenblickliche Leistung der Stromerzeuger an den Sammelschienen.

N_m [kW] mittlere Jahresbelastung.

N_0 [kW] kleinste Jahresbelastung.

n mittlerer Belastungsfaktor der Gesamtleistung während einer Betriebsperiode, bezogen auf L_i.

n_ν desgl. einer Maschine.

ν desgl. der Werkbelastung, bezogen auf M.

ν_0 Verhältnis der kleinsten zur höchsten Jahresbelastung.

$s\left[\frac{\text{h}}{\text{Per}}\right]$ Dauer der Betriebsperiode, also = 8760 h/J.

$s_\nu\left[\frac{\text{h}}{\text{Per}}\right]$ Betriebsdauer der einzelnen Maschinen während der Betriebsperiode.

T [h/J] Betriebsdauer des Jahresmaximums.

$\tau = \frac{t}{s}$ Verhältnis der Zeit t zur Jahresdauer.

$W_t, W\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{h}}\right]$ Kohlenverbrauch der Kessel in 1 h in kg bei augenblicklicher und voller Belastung.

$W_{kt}, W_k\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{h}}\right]$ desgl. in k Kal.

$W_m\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{h}}\right]$ mittlerer Kohlenverbrauch für 1 h während einer Betriebsperiode.

$W_{dt}, W_d\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{h}}\right]$ Wärmeinhalt des in 1 h erzeugten Kesseldampfes bei augenblicklicher und voller Belastung.

$w_t, w, w_{kt}, w_k, w_m, w_{dt}, w_d$ die spezifischen Verbrauchsgrößen für 1 kWh.

z Anzahl der vorhandenen Maschinen.

1. Die Kohlenverbrauchscharakteristik eines Stromerzeugers.

Die Verbrauchscharakteristiken der einzelnen Teile der Maschinenanlage lassen sich als Geraden darstellen, die uns zugleich den Wirkungsgrad dieser Teile liefern, wenn wir alle Energiegrößen (Kohle, Dampf von gegebener Spannung und Temperatur, also gegebenem Wärmeinhalt, mechanische und elektrische Energie) in der gleichen Einheit, z. B. in k Kal, und demnach die Leistungsgrößen in k Kal/h messen. Wir können also schreiben: für den Kohlenverbrauch der Kessel in 1 h:

$$W_{kt} = A_k + B_k\, W_{dt}\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{h}}\right]; \qquad \eta_{kt} = \frac{W_{dt}}{W_{kt}};$$

für den spezifischen Verbrauch:

$$w_{kt} = \frac{W_{kt}}{W_{dt}} = \frac{A_k}{W_{dt}} + B_k = \frac{1}{\eta_{kt}};$$

für den Wärmeverbrauch der Dampfleitung in 1 h:

$$W_{dt} = A_r + B_r\, D_t\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{h}}\right]; \qquad \eta_r = \frac{D_t}{W_{dt}};$$

für den spezifischen Verbrauch:

$$w_{dt} = \frac{W_{dt}}{D_t} = \frac{A_r}{D_t} + B_r = \frac{1}{\eta_{rt}};$$

für den Wärmeverbrauch der Dampfdynamo einschließlich Kondensation, Erregung und Verlust in der Zuleitung zur Schalttafel:

$$D_t = A_d + B_d\, N_t\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{h}}\right];$$

für den spezifischen Verbrauch:

$$d_t = \frac{D_t}{N_t} = \frac{A_d}{N_t} + B_d\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{kWh}}\right].$$

Hierbei stellen die Konstanten $A\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{h}}\right]$ den stündlichen Verbrauch bei Leerlauf, $B\left[\frac{\text{k Kal/h}}{\text{k Kal/h}}\right]$ den zusätzlichen Verbrauch für die Energieeinheit dar. Führen wir nun anstatt der unabhängigen Veränderlichen W_{dt}, D_t, N_t die augenblicklichen Belastungsfaktoren

$$m_k = \frac{W_{dt}}{W_d}, \qquad m_r = \frac{D_t}{D}, \qquad m_d = \frac{N_t}{L}$$

als unabhängige Veränderliche ein, so erhalten die Gleichungen die Form:

$$\left.\begin{aligned} W_{kt} &= A_k + (B_k\, W_d)\, m_k\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{h}}\right] \\ W_{dt} &= A_r + (B_r\, D)\, m_r \quad \text{,,} \\ D_t &= A_d + (B_d\, L)\, m_d \quad \text{,,} \end{aligned}\right\} \quad (1$$

$$\left.\begin{aligned} w_{kt} &= a_k \cdot \frac{1}{m_k} + b_k\left[\frac{\text{k Kal/h}}{\text{k Kal/h}}\right] \\ &\text{mit } a_k = \frac{A_k}{W_d};\ b_k = B_k \\ w_{dt} &= a_r \cdot \frac{1}{m_r} + b_r\left[\frac{\text{k Kal/h}}{\text{k Kal/h}}\right] \\ &\text{mit } a_r = \frac{A_r}{D};\ b_r = B_r \\ d_t &= a_d \cdot \frac{1}{m_d} + b_d\left[\frac{\text{k Kal}}{\text{kWh}}\right] \\ &\text{mit } a_d = \frac{A_d}{L};\ b_d = B_d \end{aligned}\right\} \quad (2$$

Für $m = 1$, d. h. wenn die Maschinen, Kessel, Dampfleitungen voll belastet sind, ist $w_k = \frac{1}{\eta_k}$ und $w_d = \frac{1}{\eta_r}$, und es läßt sich für diesen Fall leicht die Dampfverbrauchscharakteristik des Stromerzeugers auf seine Kohlenverbrauchscharakteristik zurückführen, da durch die Elimination von W_d und D aus Gl. (1)

$$W_k = A_k + B_k\,[A_r + B_r(A_d + B_d\, L)]$$

folgt, oder wenn jetzt W_k anstatt in k Kal/h in kg Kohle/h ausgedrückt wird:

$$W = A + B\, L\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{h}}\right]. \quad \ldots \quad (3$$

Ebenso wird aus den Gl. (2) erhalten

$$w = \frac{W}{L} = w_k' \cdot w_d \cdot d = \frac{d}{\eta_k\, \eta_r}.$$

also

$$w = a + b\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right] \quad \ldots \quad (4$$

mit

$$a = \frac{A}{L} = \frac{a_d}{\eta_k\, \eta_r}\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right];$$

$$b = \frac{b_d}{\eta_k\, \eta_r}\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right],$$

also auch

$$A = \frac{A_d}{\eta_k\, \eta_r}\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{h}}\right]; \quad B = \frac{B_d}{\eta_k\, \eta_r}\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right].$$

Wäre nun bei allen Belastungszuständen $m_d = m_k = m_r = m$, d. h. wären Dampfdynamo, Kessel und Dampfleitung stets in gleichem Verhältnis zur Vollast beansprucht, so würden auch allgemein die Gleichungen gelten:

$$W_t = A + (B\, L)\, m\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{h}}\right] \quad \ldots \quad (5$$

$$w_t = a \cdot \frac{1}{m} + b\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right] \quad \ldots \quad (6$$

mit

$$a = \frac{A}{L}\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right]; \quad b = B\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right].$$

Diese Bedingung trifft im Betrieb zwar nicht zu. Da aber — wenigstens bei großen Maschineneinheiten — stets mehrere Kessel auf einen Stromerzeuger kommen, so arbeiten die Kessel auch bei $m_d < 1$ meist mit vollem Wirkungsgrad, also $\eta_{kt} = \eta_k$. Ferner weicht der Wirkungsgrad der Dampfleitung η_r nur sehr wenig von 1 ab, so daß auch hier ohne wesentlichen Fehler $\eta_{rt} = \eta_r$ (oder auch gleich einem mittleren η_r) gesetzt werden kann. Dann wird aber $m_k = m_r = 1$ und $m_d = m$ und die Gl. (5) und (6) gelten für alle Belastungszustände des Stromerzeugers.

(Schluß folgt.)

Der Tauchsieder und die Durchlaufkanne, zwei neue Apparate für Heißwasserbereitung.

Von **F. Biermann**, Crimmitschau i. Sa.

Übersicht. Es werden zwei neue Apparate für Erwärmung von Wasser oder anderen, elektrisch leitenden Flüssigkeiten beschrieben, die keine besonderen Heizkörper (Heizwiderstände) besitzen und infolgedessen einfach und billig herzustellen sind und auch zu größeren Reparaturen nicht Anlaß geben.

Die Bereitung von heißem oder kochendem Wasser in größeren Mengen auf elektrischem Wege mittels der bekannten Koch- und Siedeapparate ist bisher insofern auf Schwierigkeiten gestoßen, als dafür ziemlich große, umfangreiche und konstruktiv komplizierte Vorrichtungen erforderlich waren. Im nachstehenden sollen deshalb zwei neue Apparate beschrieben werden, die in der Konstruktion einfach sind und zur Herstellung beliebiger Mengen warmen oder kochenden Wassers dienen. Die beiden Apparate besitzen keine besonderen Heizkörper, vielmehr bildet das Wasser den Elektrolyten, und sie bestehen lediglich aus zwei oder mehreren Platten oder Zylindern, die zweckmäßig nebeneinander angeordnet werden und die stromführenden Pole bilden[1]).

Der Tauchsieder, Abb. 1, besteht aus 3 Kohlenplatten A, B und C in der Größe von

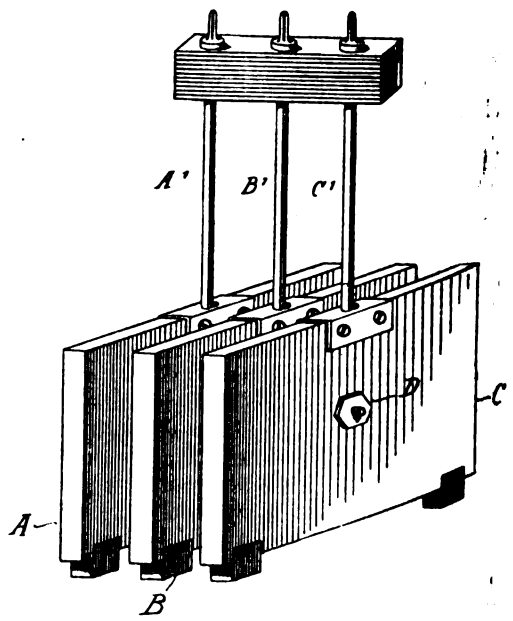


Abb. 1. Elektrischer Tauchsieder.

ungefähr 20 × 20 cm, welche in einem Abstand von 10 bis 15 mm nebeneinander angeordnet und durch einen Bolzen D miteinander verbunden sind. Der Bolzen ist von den Platten isoliert, und der Plattenabstand wird durch Isolierrollen gewahrt. Die Ableitungsstreifen A^1, B^1 und C^1 dienen zur Stromzuführung. Der in der Zeichnung dargestellte Apparat ist für dreiphasigen Drehstrom zu verwenden und durch Abschalten von einer der 3 Phasen in 3 Stufen regelbar: schwach, mittel und stark. Der Sieder wird in die zu erwärmende Flüssigkeit eingetaucht und ist für jede beliebige Spannung ohne Vorschaltung von Widerständen und ebenso für jede beliebige Stromstärke, je nach Größe der zur Verwendung gelangenden Platten und dem Abstande derselben voneinander zu gebrauchen. Da die Kohlen unbegrenzt haltbar sind und der Tauchsieder keinen besonderen Heizkörper (Drahtwiderstand oder dergleichen) besitzt, so erfordert der Apparat

[1]) Ein auf demselben Grundsatz beruhender Eierkocher wurde in der „ETZ" 1917, S. 28 u. 237 beschrieben. D. S.

Digitized by Google

keine Reparaturen, ist stets gebrauchsfertig und steht im Wirkungsgrad den besten Kochapparaten in nichts nach. Als Material für die Platten kommt zunächst nur Kohle in Frage, weil Metallplatten sich beim Stromübergang sehr bald zersetzen und oxydieren. Zinkplatten bilden beim Stromübergang im Wasser einen Niederschlag von Zinkoxyd und Zinkkarbonat, Kupfer-, Messing-, Eisen-, Nickelplatten fallen ebenfalls sehr schnell der Zerstörung anheim und verunreinigen das Wasser, Kohle dagegen verändert sich nicht. Die Versuche haben ergeben, daß die Erwärmung von 300 l Wasser von 8° Anfangstemperatur auf 40° Badetemperatur etwa 1 h Zeit erfordert. Die Stromstärke betrug bei 220 V (Dreiphasenstrom) beim Einschalten des Apparates 2 × 20 A und stieg mit der Erwärmung des Wassers bis auf 2 × 34 A. Durch Abschalten einer Platte ist es möglich, das Wasser beliebig lange Zeit auf einer bestimmten Temperatur zu halten. Bei Einschaltung aller 3 Platten wird die höchste Stromstärke erzielt, bei Einschaltung von 2 benachbarten Platten sinkt diese auf ungefähr die Hälfte der maximalen Stromstärke, und bei Einschaltung von 2 nicht benachbarter Platten sinkt sie weiter auf ungefähr $^2/_3$ herab. Der Apparat ist insbesondere für gewerbliche Zwecke zur Erwärmung von Flüssigkeiten, die jedoch stets stromleitend sein müssen, wie z. B. Wasser, zu verwenden und eignet sich ganz besonders für die Herstellung von warmen Bädern im Haushalt. Die Versuche wurden sämtlich in der für diesen Zweck ungünstigsten Jahreszeit, im kältesten Winter, bei ungeheizter Badestube und offener Badewanne vorgenommen. Die Wärmeausstrahlung des Wassers in der offenen Wanne ist von untergeordneter Bedeutung, da die Stromstärke ziemlich rasch steigt und die Wärmeausstrahlung ausgleicht. In der wärmeren Jahreszeit geht die Erwärmung des Wassers naturgemäß schneller vor sich. Wo Stromstärken von 20 bis 30 A nicht zur Verfügung stehen, verwendet man Tauchsieder mit kleineren Platten und kann die Stromstärke durch Entfernen der einzelnen Platten voneinander außerdem noch beliebig herabdrücken. Die Erwärmung des Wassers dauert alsdann naturgemäß länger als eine Stunde. Es ist also ohne weiteres möglich, Apparate auch für den Hausgebrauch mit geringerem Stromverbrauch herzustellen, nur muß man alsdann mit einer längeren Erwärmungsdauer des Wassers rechnen.

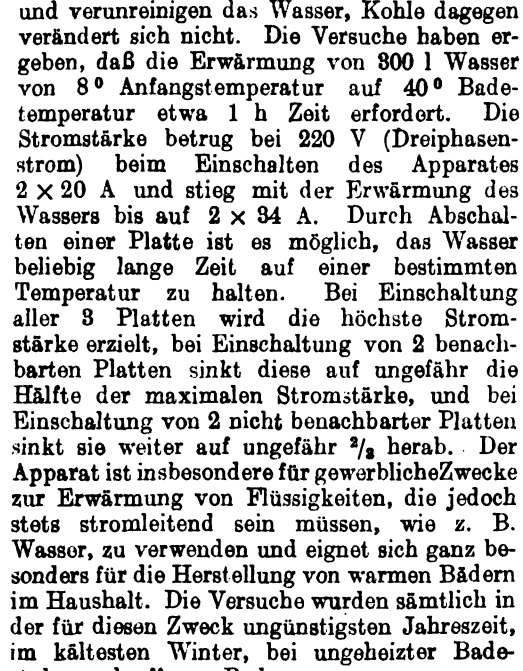


Abb. 2. Elektrisch geheizte Durchlaufkanne.

Die Durchlaufkanne, Abb. 2, ist nach denselben Gesichtspunkten wie der Tauchsieder hergestellt. Während aber der Tauchsieder im allgemeinen zur allmählichen Erwärmung des Wassers dient, liefert die Durchlaufkanne sofort heißes oder kochendes Wasser. An Stelle der Platten werden bei der Kanne Zylinder verwendet, die ineinander gestellt sind. Um die Kanne möglichst klein und handlich zu gestalten, werden die Zylinderabstände auf das äußerste beschränkt, sie betragen nur 5 bis 6 mm. Die Durchlaufkanne ähnelt in der äußeren Ausführungsform einer gewöhnlichen Kaffeekanne, sie ist ungefähr 25 cm hoch und hat einen äußeren Durchmesser von ungefähr 15 cm, ist also bequem ortsbeweglich und sehr handlich. Die 3 Zylinder sind mit *A*, *B* und *C* bezeichnet, an den Steckern *D*, *E* und *F* werden die 3 Phasen des Stromes dem Apparat zugeführt. Die kalte Flüssigkeit läuft in den mittleren Zylinder *C* ein, steigt in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Zylindern auf und fließt durch die Tülle *G* in erwärmtem bzw. erhitztem Zustande wieder ab. Die Kanne kann an jede vorhandene Wasserleitung angehängt werden, ohne daß ein besonderer fester Wasseranschluß dafür benötigt wird, und ist für jegliche Erwärmung bzw. Erhitzung von Flüssigkeiten, soweit diese leitend sind, also z. B. von Wasser für Badezwecke, Kochzwecke, Waschzwecke zu benutzen. Wo Wasserleitung nicht vorhanden ist, kann man die Flüssigkeit auch durch ein Gefäß in die Kanne einfüllen und diese dann in jedem beliebigen Raume aufstellen. Die Durchlaufkanne ist ebenfalls wie der Tauchsieder für jede beliebige Leistung, Stromstärke und Spannung herzustellen und bei Dreiphasenstrom für dreifache Regelung durch Abschalten je einer Phase, wie der Tauchsieder zu verwenden. Die Vorteile des Apparates bestehen in der Einfachheit, Betriebssicherheit, günstigem Wirkungsgrad, Fortfall von Reparatur- und Unterhaltungskosten. Die Versuche haben ergeben, daß bei einem Stromverbrauch von 2 × 25 A bei 220 V (Dreiphasenstrom) der Apparat 5 l kochendes Wasser liefert. Je nachdem man das Wasser schneller oder langsamer durchlaufen läßt, liefert der Apparat warmes oder kochendes Wasser. Für Badezwecke wird die Kanne oberhalb der Wanne, am besten an der Wasserleitung, aufgehängt, und man läßt zunächst das Wasser schneller, und allmählich erst langsamer durchlaufen, bis man die gewün chte Temperatur erreicht hat. Auch dieser Apparat kann für kleinere Stromstärken ohne weiteres hergestellt werden, die Zylinder werden entsprechend kleiner gehalten und der Zylinderabstand vergrößert, so daß eine derartige Kanne für alle Zwecke im Haushalt gut zu gebrauchen ist. Da aber auch die Stromstärke beliebig vergrößert werden kann, läßt sich der Apparat für gewerbliche Zwecke mit gutem Nutzen verwenden.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Theorie und Konstruktion der Transformatorendiagramme.

[A. Bolliger, Archiv f. Elektr. Bd. 5, S. 255.]

Der erste Abschnitt der Arbeit enthält eine leichtverständliche Integrationsmethode der Transformatorgleichungen für sinusförmige Spannungen und Ströme. Die Ergebnisse führen zu einer einfachen und für die Verwendung bei graphischen Konstruktionen sehr geeigneten Form. Der nächstfolgende Abschnitt gilt einer genaueren Betrachtung der Diagramme für sekundären und primären Kurzschluß des Transformators. Durch Überlagerung (geometrische Addition entsprechender Vektoren) beider Kurzschlußdiagramme erhält man die Diagramme für den allgemeinen Betriebszustand des Transformators. Über den Vektormaßstab wird so verfügt, daß der primäre Spannungsvektor unbekümmert um seine Größe in elektrischem Maße immer durch dieselbe Normalstrecke dargestellt wird.

Bei den „Diagrammtransformationen" verändert sich das Vektorsystem II, seinen zwei Freiheitsgraden entsprechend, relativ zum Vektorsystem I. Eine bloß ähnliche Umformung des Vektorsystems II heißt „Streckentransformation"; dabei bewegen sich die Endpunkte der Vektoren $\mathfrak{E}_2$, $\mathfrak{J}_1$, $\mathfrak{J}_2$ auf Geraden. Eine reine Drehung des Vektorsystems II hingegen wurde als „Winkeltransformation" bezeichnet. Die Spitzen der Vektoren $\mathfrak{E}_2$, $\mathfrak{J}_1$, $\mathfrak{J}_2$ bewegen sich in diesem Falle auf Kreisen. Die Transformationen werden gewöhnlich aus dem „Nullsystem" (Sekundärspannung entgegengesetzt gleich der Primärspannung), welches sich aus dem kombinierten Kurzschlußdiagramm leicht angeben läßt, vorgenommen. Der Übergang von einem beliebigen Betriebszustand des Transformators in einen anderen benötigt eine „Ähnlichkeitstransformation", die als Ergebnis einer Strecken- und Winkeltransformation hervorgeht. Es läßt sich ein „Transformationsprinzip" bilden, nach welchem sich bei der Ähnlichkeitstransformation die Spitzen der resultierenden Vektoren $\mathfrak{E}_2$, $\mathfrak{J}_1$, $\mathfrak{J}_2$ auf (in bestimmter Weise verschobenen und verdrehten) ähnlichen Kurven bewegen. Es wird dann eine Konstruktion angegeben, mit welcher die Ähnlichkeitstransformation aus dem Nullsystem mittels Lineals und Zirkels auf einfachste Weise vorgenommen werden kann. Im Anschluß folgt ein Abschnitt über „Transformationsaufgaben", in dem gezeigt wird, daß jeder überhaupt mögliche Betriebszustand des Transformators aus den Angaben von irgend zwei bekannten Betriebszuständen abgeleitet werden kann, und es wird die bezügliche Konstruktion angegeben. Aus den Diagrammstellungen der beiden Betriebszustände ergeben sich z. B. auch mit Leichtigkeit die Vektorkonfigurationen bei Kurzschluß und Leerauf.

Im weiteren folgt die Anwendung der Ähnlichkeitstransformation auf den belasteten Transformator. Es erweist sich, daß jedem äußeren Belastungskreis bei gegebenem Nullsystem die Endpunkte der Spannungs- und Stromvektoren in der Diagrammebene eindeutig zugeordnet sind. Den Endpunkt des sekundären Stromvektors findet man als Schnitt zweier Kreise, und die Lage und Größe der Vektoren $\mathfrak{E}_2$, $\mathfrak{J}_1$ ergeben sich hieraus durch eine Ähnlichkeitstransformation. Bei beliebigen Belastungsänderungen hat man es mit einem zweidimensionalen Problem zu tun; die Spitzen der resultierenden Vektoren $\mathfrak{E}_2$, $\mathfrak{J}_1$, $\mathfrak{J}_2$ bewegen sich auf ähnlichen Kurven, die als Funktionen der Größen (*R*, *L*, *C*) bestimmt und leicht angebbar sind.

Belastungsänderungen mit gleichbleibendem Leistungsfaktor oder gleichbleibendem, scheinbaren Widerstand des Belastungskreises entsprechen Kreisdiagramme. Als Spezialisierung dafür wird ein sehr handliches Kreisdiagramm für rein ohmsche Belastung des Transformators angegeben. Bei Vernachlässigung der ohmschen Widerstände in den Transformatorwicklungen folgt daraus das bekannte Heylanddiagramm, welches aus den Induktionskoeffizienten des Transformators auf einfachste Weise berechnet werden kann.

Die Betrachtungen des darauf folgenden Kapitels gelten dem Energiesatze des Transformators, welchen man dort in Differential- und Integralform (mittlerer Energiesatz) findet. Der direkte Nachweis des mittleren Energiesatzes am Diagramm über die Ähnlichkeitstransformation liefert eine gute Probe für die letztere. Im Schlußkapitel wird noch gezeigt, wie die für sinusförmige Spannungen und Ströme abgeleiteten analytischen und graphischen Resultate bei zeitlich willkürlich verlaufenden periodischen Wellen zu erweitern sind. Die vollständige Erledigung dieses allgemeineren Falles durch alles bisher Behandelte ist möglich auf Grund der Gültigkeit der Fourierschen Entwicklungen von beliebigen einwertigen periodischen Funktionen in trigonometrische Reihen.

Im Transformationssystem ist die vollständige Integration der Transformatorgleichungen mit konstanten Koeffizienten für sinusförmige Spannungen und Ströme enthalten. Die Vektordiagramme von stationären Wechselstromvorgängen, die sich in einem Einphasen-Transformatorkreise darstellen lassen, erhält man deshalb in Zukunft nicht mehr auf dem Wege des Probierens sondern als das bestimmte Resultat der in dieser Schrift behandelten Methode der Ähnlichkeitstranformation.

e

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Vorsichtsmaßregeln beim Bau funkentelegraphischer Anlagen.[1])

[The Electrician, Bd. 79, S. 583, 5. Sp.]

In einem vor dem Institute of Radio-Engineers, New York, gehaltenen Vortrage, der

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1915, S. 7.

Digitized by Google

auszugsweise in „The Electrician" wiedergegeben ist, zählt R. H. Marriott die Gefahren der Anlagen für drahtlose Telegraphie auf. Er nennt als solche elektrische Schläge, die dem bedienenden Beamten drohen, Kurzschlüsse, verursacht durch Blitzschlag oder Berührung mit Hochspannung führenden Leitungen, Schäden durch unmittelbare Entladung der Hochspannungskreise und schließlich schädliche induktive Einflüsse auf die Umgebung. Er untersucht die Ursachen der verschiedenen Erscheinungen und gibt einen Überblick über die Mittel, die eine Minderung oder Beseitigung der schädlichen Einflüsse ermöglichen.

Beschädigungen des bedienenden Personals werden in der Regel verursacht durch die hohe Primärspannung, die vielfach unmittelbar getastet wird. Sie beträgt meistens 500 bis 600 V, und es bestehen im allgemeinen keine Bedenken, sie auf höchstens 250 V herabzusetzen und so die Gefahr erheblich zu vermindern. Die Gefahr, die aus den Hochspannungskreisen des Senders selbst entsteht, ist nicht besonders erwähnt. Es ist freilich auch klar, daß dabei wirksame Schutzmaßnahmen nicht möglich sind. Hier hilft nur die Vorsicht, die die gefahrdrohende Annäherung an diese Kreise während des Betriebes vermeidet.

Die Gefahr, daß Schäden durch die Anlagen infolge Blitzschlags oder Berührung mit Hochspannungsleitungen entstehen, ist nach den Beobachtungen Marriotts nicht größer als bei anderen elektrischen Anlagen. Besondere, auf die drahtlose Telegraphie zugeschnittene Schutzmaßnahmen sind nicht nötig.

Schäden durch unmittelbare Entladung der Hochspannung aus den Anlagen selbst, verursacht durch Überschlagen von Isolatoren usw., sind seltener geworden, seitdem die Marconischaltung, bei der die Funkenstrecken in den Luftleiter geschaltet sind, weniger verwendet wird. Bei der jetzt fast allgemein gebräuchlichen, mittelbaren Erregung des Luftleiters ist dessen Spannung niedriger als bei der ersten Schaltung und damit die Neigung zum Überschlag geringer. Als Hilfsmittel empfiehlt Marriott die Verbesserung der Isolation der Schwingungskreise.

Am zahlreichsten und unangenehmsten sind die Gefahren durch mittelbare Einwirkungen der im Luftleiter herrschenden Hochspannung. Luftleiter und Erde bilden die Belegungen eines Kondensators, der im schnellen Wechsel auf hohe Spannungen aufgeladen wird. Als Dielektrikum des Kondensators ist der Raum zwischen Luftleiter und Erde mit seinem ganzen Inhalt anzusehen. Leiter, die sich isoliert von Luftleiter und Erde in diesem Raum befinden, werden entsprechend ihrer Entfernung von den Kondensatorbelegungen ebenfalls zu hohen Spannungen aufgeladen. Nebenher gehen die Wirkungen des vom Luftleiter ausstrahlenden magnetischen Feldes. Die Folgen sind Entladungen dieser Leiter gegen ihre Umgebung, die Beschädigungen von Menschen und, wenn die Leiter selbst Teile einer elektrischen Anlage sind und daher Strom führen, Kurzschlüsse und Lichtbögen verursachen, die schwerste Gefahren z. B. auf Schiffen in sich bergen. Hier wird die Verbindung der Leiter mit der Erde empfohlen oder, wo diese nicht anwendbar ist, die isolierte Unterbringung der Leiter in geerdeten metallischen Schutzhüllen.

Die Anregungen des Vortrages sind für uns von geringerer Bedeutung, weil in Deutschland die Beschäftigung mit der drahtlosen Telegraphie durch Liebhaber, denen der Überblick über die Gefahren aus ihrer Tätigkeit fehlt, so gut wie ausgeschlossen ist im Gegensatz zu anderen Ländern, wie England und Amerika, wo Liebhaber ein ausgedehntes Betätigungsfeld auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie gefunden haben. Immerhin können sie als wertvolle Zusammenstellung auch bei uns gewürdigt werden. *Rp.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Die Photometrie der Lampen mit Gasfüllung.

[G. W. Middlekauff und J. F. Skogland. Scientific Papers of the Bureau of Standards, Nr. 264, und Electrician, Bd. 77, S. 252.]

Beim Photometrieren von elektrischen Glühlampen mit Gasfüllung haben die Verfasser einige sehr interessante Beobachtungen gemacht. Um die mittlere, horizontale Lichtstärke zu bestimmen, muß man entweder in der Horizontalebene eine große Zahl von Einzelmessungen machen, oder man läßt die Lampe während der Messung auf der Photometerbank um eine vertikale Achse rotieren. Diese letztere Methode ist bei einer großen Zahl von Glühlampenfabriken im Gebrauche, besonders in Amerika. Sie hat sich beim Photometrieren gewöhnlicher Drahtlampen auch bestens bewährt. Dagegen wurde beim Photometrieren von Lampen mit Gasfüllung gefunden, daß bei konstanter Spannung sowohl die Stromstärke, als auch die Lichtstärke verschiedene Werte haben, wenn die Lampe rotiert, oder wenn sie stillsteht. Die Stromstärke ändert sich in dem einen, die Lichtstärke immer in dem entgegengesetzten Sinne. Es findet also eine Änderung in dem Wirkungsgrade der Lampe statt, obwohl die Spannung die gleiche bleibt. Es wurde ferner gefunden, daß die Werte für die Stromstärke und die Lichtstärke lediglich durch die Änderung der Umlaufzahl vergrößert oder vermindert werden konnten, u. zw. um Beträge, die groß genug sind, um die Ergebnisse in der Bestimmung von Lichtstärke und Wirkungsgrad ernstlich zu beeinflussen.

Einige Vorversuche zeigten, daß bei jeder Änderung in der Umlaufzahl die prozentuale Änderung in der Lichtstärke mehrfach die prozentuale Änderung in der Stromstärke, aber in entgegengesetztem Sinne, übertraf. Da die Stromstärke mit sehr viel größerer Genauigkeit als die Lichtstärke gemessen werden kann, so lieferten diese Messungen eine bequeme Methode, um die Änderungen in der Lichtstärke wenigstens angenähert zu bestimmen. Es wurden deshalb zunächst Messungen der Spannung, der Stromstärke und der Umlaufzahl vorgenommen, wobei nur eine dieser Größen mit der Zeit verändert wurde. Zur Untersuchung kamen im wesentlichen 750 und 1000 W-Lampen für rd 116 V Normalspannung. Mit Lampen anderer Größe wurden dann ergänzende Messungen ausgeführt.

Zunächst wurde die Änderung der Stromstärke bei konstanter Umlaufzahl, aber geänderter Spannung untersucht. Die Lampen wurden hierbei sowohl mit der Spitze nach unten (hängend) als auch mit der Spitze nach oben (stehend) in Rotation versetzt. Die Messungsergebnisse sind für die stehenden Lampen in der untersten Kurve von Abb. 1, für eine der

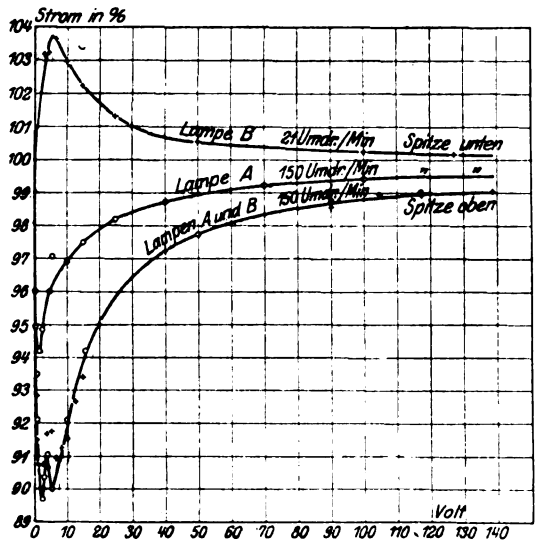


Abb. 1. Verhältnis der Stromstärken bei rotierender und stillstehender Lampe.

Lampen, hängend rotierend, in der mittleren Kurve verzeichnet. Beide Kurven sind einander ähnlich. Bei der hängend rotierenden Lampe sind bei gleicher Umlaufzahl die prozentualen Änderungen in der Stromstärke für alle Spannungen aber nur halb so groß, wie bei der stehend rotierenden Lampe. Beide Kurven zeigen bei niedriger Spannung ein Maximum der Abweichung von dem „stationären Werte" der Stromstärke, d. i. derjenige Wert, der bei ruhender Lampe beobachtet wird; mit wachsender Spannung verlaufen dann die Kurven allmählich asymptotisch zur Abszissenachse, u. zw. bei ungefähr 1 bzw. 0,5% des stationären Wertes der Stromstärke. Das heißt, bei den angewandten 150 Umdr/min erreicht die Stromstärke bei ungefähr 85% der normalen Spannung einen Wert, der von diesem Punkte an in einem praktisch konstanten Verhältnisse zu dem Werte bei der Umlaufzahl null steht.

Ließ man sodann bei konstanter Spannung die Umlaufzahl von null ansteigen, so erhob sich die Stromstärke zunächst zu einem Maximum, um dann zu dem stationären Werte wieder abzufallen. Bei weiterer Erhöhung der Umlaufzahl sank dann die Stromstärke unter diesen stationären Wert. Für jede Lampensorte konnte eine „kritische Umlaufzahl" festgestellt werden, bei der — konstante Spannung vorausgesetzt — die Stromstärke genau auf ihren stationären Wert zurückkehrte. Das gilt für einen sehr beträchtlichen Spannungsbereich sowohl oberhalb als auch unterhalb der auf der Lampe verzeichneten, normalen Betriebsspannung. Für die 750 W-Lampe betrug diese kritische Umlaufzahl, wenn sie hängend in Rotation versetzt wurde, 33 bis 40 Umdr/min. Bei 200 W-Lampen mit V-förmigem Leuchtkörper war es nötig, eine Umlaufzahl von 140 bis 160 Umdr/min anzuwenden, um den stationären Wert der Stromstärke zu erreichen. Es stellte sich hierbei heraus, daß die Umlaufzahl um so mehr erhöht werden mußte, je weniger Schlingen der Leuchtkörper aufwies.

Der Einfluß der Rotation auf die Lichtstärke kann sehr anschaulich durch folgenden Versuch gezeigt werden: Die Spannung wurde so einreguliert, daß bei ruhender Lampe der Leuchtkörper im Dunklen gerade noch zu sehen war. Ließ man nun die Lampe rotieren, u. zw. mit 180 Umdr/min, so konnte man beobachten, daß, obwohl die Stromstärke sank, die Lichtstärke erheblich anstieg. Der Effekt war größer bei stehender, als bei hängender Lampe. Bei jeder Lage der Lampe und bei jeder Umlaufzahl erglühten die oberen Schleifen des Leuchtkörpers stärker als die unteren.

Da nun eine Umlaufzahl vorhanden ist, bei der der Wattverbrauch der gleiche ist wie bei stillstehender Lampe, so war es wahrscheinlich, daß bei dieser Umlaufzahl auch die Lichtstärke auf ihren stationären Wert zurückkehren würde. Die Messungsergebnisse bestätigten diese Annahme.

Auf Grund der großen Zahl sorgfältig durchgeführter Messungen konnten folgende Gesetze festgestellt werden:

1. Bei stillstehender Lampe haben sowohl Stromstärke als auch Lichtstärke höhere Werte, wenn die Lampe mit der Spitze nach oben als wenn sie mit der Spitze nach unten angeordnet ist.
2. Versetzt man die Lampe in Rotation, so ändert sich sowohl die Stromstärke als auch die Lichtstärke; die Änderungen vollziehen sich aber in entgegengesetztem Sinne. Die Änderungen in beiden Fällen sind etwa doppelt so groß, wenn die Lampenspitze nach oben, als wenn sie nach unten gerichtet ist.
3. Wenn die Umlaufzahl von null an erhöht wird, so steigt die Stromstärke zunächst zu einem Maximum an, um dann auf den Wert zu sinken, den sie bei ruhender Lampe hat, die Stromstärke sinkt bei einer weiteren Erhöhung der Umlaufzahl unter diesen Wert herab. Die Lichtstärke ändert sich in entgegengesetztem Sinne.
4. Für jede Stellung der Lampe gibt es eine besondere Umlaufzahl, die bei der Stromstärke und Lichtstärke den gleichen Wert wie bei ruhender Lampe haben. Die Umlaufzahl ist praktisch die gleiche für alle Lampen mit gleicher Zahl von Schleifen im Leuchtkörper. Bei Lampen, die eine abweichende Form des Leuchtkörpers haben, ändert sich die charakteristische Umlaufzahl von Lampe zu Lampe, sie wird am höchsten für diejenigen Lampen, die die geringste Zahl von Schleifen aufweisen.

Beim Photometrieren von Spiraldrahtlampen mit Gasfüllung nach der Rotations-

Zahlentafel 1. Fehler bei Bestimmung des Wirkungsgrades und der Brenndauer.

Stellung der Lampe	Umdr/min	Berechnete Volt bei 0,7 W/HK. Lampe rotierend	W/HK bei berechneten Spannungen. Ruhende Lampe. hängend	Prozent Fehler bei den berechneten Spannungen	Prozent Fehler bei den berechneten W/HK	Prozent der Nutzbrenndauer bei den berechneten Spannungen. Lampe ruhend und hängend
hängend	0	115,0	0,700	0,0	0,0	100
	35	115,0	0,700	0,0	0,0	100
	70	113,5	0,718	1,3	2,6	121
	120	112,8	0,726	1,9	3,7	131
	180	109,9	0,760	1.4	8,6	184
stehend	0	113,8	0,713	1,0	1,9	115
	14	113,8	0,713	1,0	1,9	115
	70	110,1	0,757	4,3	8,1	178
	120	107,4	0,793	4,3	8,1	178
	180	104,4	0,837	9,2	19,6	375

Digitized by Google

methode sind deshalb besondere Vorsichtsbedingungen zu erfüllen, wenn man nicht sehr beträchtliche Fehler machen will. Vor allem ist für jede Lampenart die „kritische Umlaufzahl" durch Vorversuche zu bestimmen. Wie groß die Fehler sind, die bei Nichtbeachtung dieser Vorsichtsmaßnahme gemacht werden können, zeigt die vorstehende, von den Verfassern gegebene Zahlentafel:

Infolge des durch die Rotation bewirkten höheren Wirkungsgrades wurde beispielsweise gefunden, daß, wenn die Lampe hängend mit 70 Un dr/min rotierte, sie einen Effektverbrauch von 0,7 W schon bei 113,5 anstatt bei 115 V im ruhenden Zustande hatte. Wenn also die Lampe in der Fabrik mit dieser Umlaufzahl photometriert worden wäre, so wäre sie mit 113,5 V ausgezeichnet worden, wobei sie einen spezifischen Verbrauch von 0,718 W/HK gehabt hätte. Würde sie nun unter diesen Bedingungen gebrannt werden, so würde sich eine um 21% höhere Lebensdauer ergeben, als wenn sie, wie es den wirklichen Bedingungen entspräche, mit 0,7 W/HK gebrannt würde. — Wenn sie, wie das häufig in der Praxis geschieht, mit 180 Umdr/min stehend photometriert worden wäre, so würde sich ein spezifischer Verbrauch von 0,7 W/HK bei 104,4 V ergeben haben. Setzt man sie mit dieser Spannung an den Brennrahmen, so verbraucht sie in Wirklichkeit 0,837 WHK und ergibt eine 275% höhere Lebensdauer als mit 0,7 W/HK betrieben. Mit anderen Worten: Geht man von dem bei rotierender Lampe ermittelten Effektverbrauche aus, so ist die berechnete oder ermittelte Lebensdauer fiktiv, oder der berechnete Effektverbrauch ist fiktiv für die ermittelte Lebensdauer. Das gilt für alle Fälle, wenn der spezifische Verbrauch bei irgend einer Umlaufzahl ermittelt wird, die höher als diejenige ist, bei der Stromstärke und Lichtstärke den gleichen Wert wie bei hängender, ruhender Lampe haben. Für die betrachtete Lampe wäre die erforderliche Umlaufzahl 35 Umdr/min. Nur wenn man sie bei dieser Umlaufzahl photometriert, erhält man korrekte Werte für den Effektverbrauch und die Lebensdauer.

Um die Ursachen für die beobachteten Abweichungen zu ermitteln, wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, die sich auf die äußere Kühlung des Lampenballons, auf den Einfluß eines starken magnetischen Feldes, auf ein eventuelles Aufdrehen der Spiralen während der Rotation bezogen. Alle diese Versuche fielen negativ aus. Auch Vakuumlampen mit Spiraldraht zeigten keine Abweichungen während der Rotation, dagegen zeigte sich eine solche Abweichung bei einer gewöhnlichen Vakuum-Wolframdrahtlampe, wenn deren Ballon mit Stickstoff gefüllt wurde. Hieraus folgerten die Verfasser, daß die Ursache in einer Änderung der Konvektionsströmungen im Gase des Ballons während der Rotation zu suchen sein müßte. Wenn sich die Lampe in Ruhe befindet, so führen sie aus, so ist eine große Temperaturdifferenz zwischen dem Gase am unteren Ende des Ballons und dem Lampenhalse vorhanden. Sehr niedrige Umlaufzahlen stören den stetigen Strom heißen Gases, der in der Mitte emporsteigt und in einigem Abstande von der Achse niedersinkt. Das Resultat ist eine Steigerung in der Wärmekonvektion durch das Gas und demzufolge eine Temperaturerniedrigung des Leuchtkörpers. Da der Draht einen positiven Temperaturkoeffizienten besitzt, so sinkt der Widerstand, und demzufolge steigt, bei konstanter Spannung, die Stromstärke an. Bei hohen Werten der Spannung ist die mittlere Gastemperatur höher als bei niedriger Spannung, folgeweise wird die Temperatur des Leuchtkörpers durch die Rotation in geringerem Maße erniedrigt, und die Änderung der Stromstärke, obwohl positiv, ist geringer als bei niedriger Spannung. Anderseits wird bei höheren Umlaufzahlen das kühlere Gas am unteren Ballonende infolge der Zentrifugalkraft, die sich mit dem Quadrate der Umdrehungszahl ändert, an den Ballonwänden in die Höhe getrieben; das heiße Gas in der Mitte der Lampe hat demzufolge die Tendenz, in der Mitte der Lampe zu verbleiben, so daß die Konvektionsströme, die den Leuchtkörper abkühlen, zurückgehalten werden. Das Ergebnis ist ein Anwachsen des Fadenwiderstandes und demzufolge eine Abnahme der Stromstärke. Bei hoher Spannung ist die mittlere Gastemperatur höher als bei niedriger Spannung und die verzögernde Wirkung infolge der Zentrifugalkraft wird herabgemindert; die Änderung der Stromstärke infolge der Rotation ist also geringer als bei niedriger Spannung. Bei geringen Umlaufzahlen wird, wie gezeigt wurde, die Temperatur des Leuchtkörpers erniedrigt, demzufolge sinkt die Lichtstärke. Bei höheren Umlaufzahlen steigt die Temperatur des Leuchtkörpers, demzufolge findet auch ein Ansteigen der Lichtstärke statt. *lx.*

Beleuchtung und Heizung.

Eine neue Quarzlampe.

[Verh. d. Deutsch. Physik. Gesellsch., Bd. 19, S. 239.]

M. Wolfke beschreibt eine neue Quecksilber-Quarzlampe, deren leuchtender Teil nicht zylindrisch und wagerecht ist, sondern ringförmig und senkrecht oder Π-förmig mit senkrechten Schenkeln, welche Anordnung besonders für optische Versuche viel zweckmäßiger ist. Die beiden Elektrodengefäße sind ineinander eingeschmolzen, wodurch der Wärmeaustausch und die Niveauregulierung selbsttätig erfolgen. (Abb. 2). Durch entsprechende Wasserkühlung dieser Elektrodengefäße kann die Lampe in verschieden starker Weise belastet werden, z. B. von 2 bis 10 A und mit Elektrodenspannungen von 25 bis 250 V. Mit selbsttätiger Kippzündung wird die Lampe für die elektrische Beleuchtung geeignet. Sie kann bis 5000 HK entwickeln. Bei 220 V und 2,7 A verbraucht sie etwa 0,2 W/HK; der Vorschaltwiderstand war dabei 13 Ω. *Zdr.*

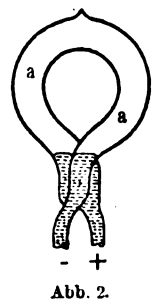


Abb. 2.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Elektrizität in Indien.

[Der neue Orient. Bd. 1, Heft 8 und 10.]

Schon vor dem Kriege tauchten in Indien verschiedene Pläne für großzügige elektrische Anlagen auf, die jedoch zurückgestellt wurden, als der Weltkrieg ausbrach. Jetzt kommt man in manchen indischen Gegenden wieder auf die Entwürfe zurück und beginnt mit ihrer Ausführung. In einigen indischen Städten wieder erfahren die schon älteren elektrischen Anlagen eine Erweiterung. So macht sich z. B. in Madras ein starker Bedarf nach Vermehrung der elektrischen Kraft bemerkbar, obgleich

Zeichnet die VIII. Kriegsanleihe!

der Verbrauch schon jetzt ein verhältnismäßig nicht geringer ist. Die Zahl der gegenwärtigen Verbraucher beläuft sich auf 2000, der Jahresverbrauch auf 5 Mill. kWh. Elektrische Kraft kommt in 48 industriellen Anlagen zur Verwendung. Im Bau befinden sich jetzt folgende elektrische Anlagen: die Elektrisierung der wichtigsten öffentlichen Gebäude und öffentlichen Werkstätten in Madras und die Errichtung eines Kraftwerkes und einer Ausbildungsstätte für Elektrotechniker in Guindi. Um dem steigenden Bedarf an elektrischer Kraft genügen zu können, sind verschiedene Pläne aufgetaucht, um die Wasserkräfte Indiens diesem Zwecke dienstbar zu machen. Sowohl in Südindien als in den westlichen Ghats, dem Himalaya und anderen Gebirgen sind große Wasserkräfte verfügbar, die ausgenutzt werden können, so daß sich für die Errichtung von Industriebetrieben aller Art unbegrenzte Möglichkeiten ergeben. Fürs erste sollen folgende Wassermengen für elektrische Anlagen ausgenutzt werden: der Siruvani-Fluß zur Versorgung der Stadt Coimbatore und ihrer Umgebung mit Wasser und elektrischer Kraft, die Wasserfälle des Chulakrudi-Flusses im Staate Chochin. Die gewonnene Kraft soll, wie man hofft, ausreichen, um die Bahn Shoranur—Ernakalum zu betreiben, die Stadt Trichur zu beleuchten und die Werke einiger Mühlen in Betrieb zu setzen. Endlich hat der Erbauer der „Tata Hydroelectric Works", S. S. Joyner, einen Plan entworfen, die Wasser der Nilgiri-Hügel in der Präsidentschaft Madras, einem Hügelgelände von 1830 m Höhe und einer Regenzeit von 6 Monaten, anzustauen und das Gefälle dann zur Gewinnung von elektrischer Kraft auszunutzen. Das Gelände eignet sich sehr gut zur Ausführung von Stauanlagen, ein Tal allein könnte nach der Berechnung Joyners 50 000 kW abgeben. Da jedoch mehrere derartige Täler vereinigt werden können, ist es möglich, bedeutende Kraftmengen zu gewinnen. Die Wassermengen sollen später dem am Fuße der Hügelkette gelegenen fruchtbaren, aber niederschlagarmen Gelände zugeführt werden. *Gbg.*

Die Tata-Wasserkraftanlage in Indien.

[Zeitschr. des V. D. I.. Bd. 61, S. 898.]

Wie „The Engineer" vom 18. V. 1917 berichtet, wurde vor einigen Jahren mit dem Bau einer großen Wasserkraftanlage im westlichen Ghats-Gebirge in Indien begonnen, welche die Stadt Bombay mit Strom versorgen soll und Anfang dieses Jahres in Betrieb gekommen ist. Die zu gewissen Jahreszeiten sehr großen Niederschlagsmengen werden in drei Staubecken gesammelt, die durch Absperrung dreier Täler, des Lonawla-, des Walwhan- und des Shivawta-Tales entstanden. Die so gebildeten Stauseen liegen 625 bis 655 m über dem Meeresspiegel und haben Flächen von 400, 620 und 1270 ha und Wasserfassungsvermögen von 10,2, 72,5 und 197 Mill. m³. Zwei der Seen sind durch einen Tunnel verbunden und entleeren sich zusammen mit dem dritten durch einen 7 km langen, offenen Kanal in ein Sammelbecken. Letzteres kann den Bedarf für 8 Turbinen von je 8250 kW für 1½ h decken. Das Krafthaus liegt 529 m tiefer und wird durch eine 3,96 km lange Druckrohrleitung gespeist. Es enthält vorläufig 5 Hauptturbinen für je 10 300 kW (drei weitere sind vorgesehen), die mit Drehstromerzeugern für 5000 V unmittelbar gekuppelt sind. Die auf 100 000 V erhöhte Spannung wird durch 6 Freileitungen 68 km weit zu einem bei Bombay gelegenen Unterwerk geführt, wo die Spannung auf 6000 V erniedrigt wird. Die weitere Verteilung erfolgt dann durch Kabel. *—z.*

Wasserkraftanlagen für Marokko.

Im „Bulletin Officiel" der französischen Protektoratsregierung in Marokko erschien kürzlich eine Verordnung, betreffend die Ausbeutung der Wasserkräfte des Fes-Flusses zwecks Anlage eines Kraftwerkes zur Erzeugung elektrischer Kraft für die öffentliche Beleuchtung der Stadt Fes und Lieferung von Motorkraft an die Industrie. Hiermit ist der erste Versuch zur Regelung und Nutzbarmachung der bedeutenden Wasserkräfte des Landes gemacht worden. Der Gedanke zur Gründung einer Feser Elektrizitätsgesellschaft wurde schon 1913 vom damals neubegründeten Stadtrat gemacht, kam aber nicht zur Ausführung. Jedenfalls kann man schon heute sagen, daß der Elektrizität in Marokko für die Zukunft sehr bedeutsame Aufgaben und ein weites Betätigungsfeld bevorstehen. (Der Neue Orient, Bd. 1, Heft 11/12.) *Gbg.*

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Ausstellung von Abfallstoffen.

Der Kriegsausschuß für Sammel- und Helferdienst (unter dem Vorsitz des Kriegsamtes) veranstaltet zur Zeit in Berlin, Leipzigerstr. 65, eine Ausstellung von Abfallstoffen und daraus wiedergewonnenen Rohstoffen und Fertigerzeugnissen. Wie der Name „Aus allen Ecken" sagt, ist der Hauptwert darauf gelegt, zu zeigen, welche nutzbringende Verwertung durch industrielle Verarbeitung die aus dem Haushalt zusammengetragenen Gegenstände finden können. Die Ausstellung ist werktäglich von 10 bis 7 Uhr geöffnet. Ihre Besichtigung sei eindringlich empfohlen.

Verband deutscher Blitzableiterfirmen.

Unter diesem Namen haben sich zur Förderung ihrer Berufsaufgaben die führenden Firmen des Blitzableiterbaues zusammengeschlossen. Der Verband ist an den Elektrotechnischen Verein „Ausschuß für Blitzableiterbau" mit dem Ersuchen herangetreten, ihn als Vertretung der Blitzableiterfirmen zuzulassen. In einer außerordentlichen Generalversammlung wurden Richtlinien über die Berechnung der Auswechselung von Blitzableitungen festgelegt; ferner wurden Grundsätze über Entschädigungen bei der Ausarbeitung von Entwürfen sowie für den Umfang der Garantieverpflichtung aufgestellt. Der Verband ist bereit, allen in Frage kommenden Interessenten eingehende Auskunft zu erteilen; seine Geschäftsstelle befindet sich in Berlin N. 113, Stahlheimerstr. 31.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9320.

Betr. Einladung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft.

Die Deutsche Bunsen-Gesellschaft für angewandte Physikalische Chemie hält am 8. und 9. April d. Js. in Berlin ihre Hauptversamm-

Digitized by Google

lung ab. Von den angemeldeten Vorträgen wird eine Anzahl auch für Elektrotechniker von Interesse sein, z. B.:

Grube: Über das elektromotorische Verhalten des Sauerstoffes und seine anodische Entwicklung unterhalb des reversiblen Sauerstoffpotentials,

Le Blanc: Demonstration von Gegenständen aus Gummi nach neuem Regenerationsverfahren,

Wöhler: Über die Schmelzelektrolyse von Natrium- und Kaliumamid,

O. Schaller und Fritz Schröter: Über elektrische Edelgaslampen.

Besondere Einladungen werden nicht ausgegeben. Die Teilnahme von Gästen ist aber willkommen. Nähere Angaben können von der Geschäftsstelle der Deutschen Bunsen-Gesellschaft, Leipzig, Mozartstr. 7, gemacht werden

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
Dettmar.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 18. XII. 1917[1]).

Diskussion zum Vortrag des Herrn Univ.-Prof. Dr. med. H. Boruttau: „Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage.[2])

Herr **Müller**: Der Herr Vortragende erwähnte auch die Röntgentechnik, indem er sagte, daß die bei der Röntgentechnik angewandten Ströme unter der Grenze der Lebensgefahr bleiben. Das ist bisher auch der Fall gewesen, aber die Fabriken stellen jetzt auch größere Apparate her für das Einzelschlagverfahren, und dabei ist auch die tödliche Grenze von $^1/_{10}$ A schon überschritten, bei allerdings geringer Zeitdauer von $^1/_{100}$ s und bei einer Spannung von über 100 000 V. Ich würde Herrn Prof. Boruttau dankbar sein für die Auskunft, ob ein solcher Strom unter Umständen tödlich wirken kann.

Herr **Boruttau**: Aus technischen Kreisen ist diese Frage auch schon an mich gestellt, ich kann sie leider noch nicht aus experimenteller Erfahrung beantworten, es sind aber Versuche nach dieser Richtung in Gemeinschaft mit einem bekannten hervorragenden Röntgenologen im Gange.

Herr **Müller**: Dann möchte ich noch eine Frage stellen: Es ist in einem größeren Werk von der Elektronarkose sehr ausführlich gesprochen, und wenn ich nicht irre, ist damit leider bisher beim Menschen noch kein Resultat erzielt worden, obwohl günstige Tierversuche vorliegen. Würde vielleicht unter Berücksichtigung der heute vorgetragenen Gesichtspunkte die Gefahr des Herztodes bei Elektronarkose auch bei dem Menschen auszuschalten sein?

Herr **Boruttau**: Ich selber habe keine persönlichen Erfahrungen hinsichtlich der Elektronarkose. Solche Versuche am Menschen sind wohl nur einmal gemacht von dem Entdecker der Elektronarkose Leduc an sich selbst, der die Intensität nicht so weit getrieben hat, daß er das Bewußtsein verlor. Er schildert die Erlebnisse nicht sehr anziehend. Wie weit direkte Lebensgefahr in Betracht kommen würde, vermag ich nicht genau zu beurteilen. Aber wir haben unter uns einen Spezialkollegen, Herrn Prof. Gildemeister, in dessen Institut in Straßburg Versuche über Elektronarkose an Tieren ausführlich gemacht sind. Vielleicht wäre er in der Lage, die Frage näher zu beantworten.

Herr **Gildemeister**: Es sind im Straßburger physiologischen Institut solche Versuche gemacht worden. Ich habe selbst mitgewirkt und habe gesehen, sie sind nicht vielversprechend. Man sieht eine Reihe von Erscheinungen, von denen es nicht sicher ist, ob sie auf Narkose zurückzuführen sind oder auf so starke Übererregung, daß die Zentra für äußere Reize nicht mehr ansprechen. Ich würde nicht empfehlen, Menschenversuche mit dieser Methode anzustellen.

Herr **Boruttau**: Nach dem Eindruck, den ich habe, möchte ich mich der Ansicht des Herrn Kollegen Gildemeister durchaus anschließen. Diese Versuche haben eine Berührung mit der Rettungsfrage insofern, als der Entdecker dieser elektrischen „Narkose" eine Mitarbeiterin hat, ein Frl. Robinowitsch, die mit ihm die betreffenden Ströme, unterbrochene Gleichströme, untersucht hat in bezug auf alle physiologischen Wirkungen. Sie ist jetzt in Amerika und hat kurz vor Kriegsausbruch in einer medizinischen Fachzeitschrift darüber berichtet. Sie behauptet, daß es ihr mit diesen Strömen gelungen sei, das erlahmte Herz von Tieren wieder in Gang zu setzen, sie behauptet, auch das durch Starkstrom flimmernde Herz. Sie gibt aber hierüber keine Kurve. Ich glaube, daß die Leducschen Ströme sehr interessante physiologische Wirkungen haben, glaube aber nicht, daß sie ungefährlich sind, und ich glaube, daß gerade diese Ströme auch nicht viel helfen werden bei den flimmernden Herzen.

Herr **Alvensleben**: Von dem Aufsatz des Herrn Jellinek habe ich leider erst heute gehört. Das kommt daher, daß ich bereits am 15. Juni nach Berlin übergesiedelt bin, während die „ETZ" noch bis 1. Oktober nach meiner Wohnung in Essen ging. Ich habe von den Ausführungen nichts gewußt, bis Herr Prof. Boruttau mir die Veröffentlichung vorhin gab. Er hat bereits alles so treffend widerlegt, daß ich hier nicht darauf eingehen muß, ich werde es schriftlich in der „ETZ" tun. Zu dem Vortrag von Herrn Prof. Boruttau kann ich nur bemerken, es wäre gut, wenn sowohl die Elektrotechniker als auch die praktischen Ärzte etwas besser unterrichtet wären. Wenn man mit praktischen Ärzten über elektrische Unfälle spricht, wird man finden, daß sie meistens keine Ahnung von den inneren Vorgängen haben. Regelmäßig habe ich bei Unfällen um Aufklärung gebeten, habe sie aber nie bekommen, der Arzt wird entweder sagen, er weiß davon nichts, oder er speist einen ab mit schönen lateinischen Ausdrücken. Auch unter den jüngeren Ärzten sind heute noch viele, welche von den Vorgängen nichts wissen. Das liegt wohl daran, daß wir keinen Lehrstuhl haben für Elektrophysiologie, trotzdem das Anwendungsgebiet der Elektrotechnik in der Medizin doch außerordentlich groß ist, wie sich gerade jetzt im Kriege gezeigt hat. Darum wäre es gut, wenn der Staat einen Lehrstuhl dafür gründete, wo auch die Vorgänge bei Einwirkung elektrischer Ströme auf den menschlichen Körper studiert werden könnten. Die Bergwerksindustrie hat infolge mehrfacher Anregungen 60 000 M für Versuche an Tieren ausgeworfen, welche bisher leider durch den Krieg verhindert wurden. Die elektrotechnische Industrie, die selbst ein großes Interesse hat, daß die Vorgänge aufgeklärt werden, gibt vielleicht auch etwas dazu, so daß es auch hier in Berlin möglich wäre, Versuche zu machen. Die Herren Prof. Boruttau und Gildemeister würden es sicher sehr begrüßen. Wir haben aus dem Vortrage von Herrn Prof. Boruttau gehört, daß die Aussichten gering sind, Herzkammerflimmern wieder aufzuheben. Vielleicht stellt sich bei neuen Versuchen doch noch ein besseres Resultat heraus.

Ich habe in meinem Vortrage damals gesagt, daß wir mit den Sauerstoffapparaten noch keinen gerettet haben. Auf diesem Standpunkt stehe ich auch heute noch. Ich habe inzwischen drei weitere Fälle nachgeprüft, bei denen mit Sauerstoffapparaten erfolgreiche Wiederbelebungsversuche gemacht sein sollen, habe aber festgestellt, daß der Pulmotor nicht die Ursache der Rettung des Betreffenden war.

Dann habe ich auch einigen Obduktionen von Prof. Schridde, Dortmund, beigewohnt, der im Auftrage der Berufsgenossenschaft in Bochum sämtliche elektrisch Verunglückten obduziert, und es hat sich gezeigt, daß bei den letzten 5 tödlich Verunglückten Status thymolymphaticus vorlag. Prof. Dr. Schridde konnte selbst mir als Laien die Thymusdrüse wie auch die Lymphknötchen in der Milz zeigen.

Zum Schluß noch eins: Herr Prof. Kübler hat früher die von Herrn Prof. Boruttau erwähnten isolierten Gänge empfohlen; wir stehen heute auf einem anderen Standpunkt. Wenn ich in einem geerdeten Gestell arbeite, nutzen mir diese herzlich wenig, und ich möchte davor warnen.

Herr **Gildemeister**: Ich kann Herrn Alvensleben beistimmen, daß Untersuchungen auf diesem Gebiete sehr erwünscht sind. Es gibt zwar viele Physiologen, die sich mit Elektrophysiologie beschäftigen. Die Elektrophysiologie hat aber ganz andere Wege eingeschlagen. Sie befaßt sich vorwiegend mit dem Körper als Elektrizitätsquelle; verhältnismäßig nur wenige Untersuchungen gibt es über die Eigenschaften des menschlichen Körpers der Elektrizität gegenüber über den Körper als elektrischen Leiter. Es wird die Herren vielleicht interessieren, daß ich, glaube ich, vor wenigen Jahren der erste war, der festgestellt hat, daß eine Phasenverschiebung entsteht, wenn man einen Wechselstrom in den Körper schickt. Man hat den vollen Strom als Wattstrom betrachtet und hat auch da von Widerstand gesprochen, wo nur Scheinwiderstand da war. Es wäre wünschenswert, wenn elektrotechnische Kräfte sich fänden, die uns bei solchen Untersuchungen hülfen.

Herr **Meyer**: Ich möchte nur etwas bezüglich der Rettungsverfahren bei Unfällen durch elektrischen Starkstrom und besonders der künstlichen Atmung anfügen. Es gibt verschiedene Arten der künstlichen Atmung, u. zw. sind sie einzuteilen, wie die Herren wohl alle wissen, nach der verschiedenen Art, in welcher sie ausgeführt werden, u. zw. mit oder ohne Gerätschaften, deren erstere mechanisch oder automatisch die künstliche Atmung bewirken. Ich habe die letztere Art, bei welcher nur Handleistung tätig ist, als künstliche Handatmung bezeichnet, damit sie von den anderen Arten, bei denen mit irgendwelchen Geräten gearbeitet wird, deutlich unterschieden werden kann. Zunächst muß die künstliche Atmung mit dem Werkzeug, welches man stets bei sich hat, und welches daher zuallererst und schnellstens gebraucht werden kann und soll, d. h. mit der Hand, betätigt werden. Denn zu den hauptsächlichsten Anzeigen des Rettungswesens und der „ersten Hilfe" gehört das Ersticken, das Ertrinken, das eine Art des Erstickens darstellt, und ähnliche Vorgänge, bei denen größte Schnelligkeit dringend erforderlich ist. Wenn daher Herr Prof. Boruttau besonders betont hat, daß namentlich bei den durch elektrischen Starkstrom Verunglückten die Notwendigkeit schnellsten Beginns der künstlichen Atmung größer ist als bei anderen Ursachen einer Erstickung, so ist das eigentlich nicht so ganz richtig, denn eine jede Art Erstickung, wodurch sie auch bedingt sein möge, ist für den Arzt bzw. für den Retter dringlichste Anzeige für sein Eingreifen.

Ferner wurde hervorgehoben, daß häufig nicht durch künstliche Atmung, d. h. durch Handatmung gelungen sei, Menschen, bei denen Herzflimmern aufgetreten war, wieder ins Leben zurückzurufen. Das mag wohl richtig sein. Aber besonders wichtig ist, daß die künstliche Handatmung so ausgeführt wird, wie sie von Ärzten gelehrt wird. Ich halte es für einen Übelstand, den ich häufiger bei Übungen und Vorführungen beobachtete, daß gerade diese Handgriffe von Nichtärzten unrichtig ausgeübt werden, wie ich doch dem einen der Herren Redner gegenüber betonen möchte, der meint, daß die Ärzte mit dem Wesen der Unfälle durch elektrischen Starkstrom nicht vertraut seien. Die künstliche Handatmung muß eben genau wie eine ärztliche Operation, d. h. genau nach sachverständigem ärztlichen Unterricht ausgeführt werden. Dann wird sie hoffentlich auch in den schweren Fällen, von denen Herr Prof. Boruttau sprach, ihren großen und segensreichen Nutzen entfalten.

Herr **Kloß**: Ein großer Teil des statistischen Materials, das dem Herrn Vortragenden vorgelegen hat, ist auch durch meine Hände gegangen als Mitglied der technischen Deputation im Handelsministerium. Wir prüfen dort dieses Material vom Standpunkt des Elektrotechnikers bzw. des Gewerbeaufsichtsbeamten in bezug auf Unfallverhütung. Es ist daher dankbar zu begrüßen, wenn auch ein Mediziner sich mit diesem Problem beschäftigt, denn nur durch solches Zusammenarbeiten auf diesem Grenzgebiet, wo Medizin und Elektrotechnik zusammenstoßen, ist wirklich etwas Ersprießliches zu erwarten.

Ich möchte mir nun erlauben, noch einige Zahlen aus meiner Statistik hier anzugeben. Die Bearbeitung der Statistik geschieht derart, daß sie Aufschluß gibt zunächst: Welche Leute sind Gegenstand der Unfälle geworden? ferner: Welcher Teil der elektrischen Anlage ist Ursache des Unfalles? Und schließlich im besonderen: Wo hat die Unfallstelle gelegen?

Bei der Gruppierung nach der betroffenen Person werden unterschieden:

1. Monteure und Maschinisten, also sachverständige Leute, die berufsmäßig mit der elektrischen Anlage zu tun haben;
2. unsachverständige Hilfsarbeiter bei der elektrischen Anlage, die Handreichungen machen, Reinigungsarbeiten ausführen u. dergl.;
3. Benutzer der elektrischen Anlage (also z. B. ein Arbeiter, der eine elektrische Handbohrmaschine benutzt);
4. schließlich sonstige Personen (also z. B. Kinder, die gegen das Verbot auf einen Hochspannungsmast klettern usw.).

Ferner, bezüglich der Teile der Anlage, wird unterschieden: die Zentrale, dann die Umformerstation, das Netz und schließlich die Verbrauchsstelle. Weiter, was die eigentliche Unfallstelle anlangt, so kann sie liegen: an der

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 30.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 81, 94.

Digitized by Google

Maschine (oder dem Motor), an einem Apparat (dazu rechne ich die Anlasser, Sicherungen, Transformatoren und Drosselspulen, Lampen usw.), ferner an einem Schalter (weil sie besonders wichtig sind, sind sie getrennt aufgeführt) und schließlich an der Leitung.

(Der Vortragende zeigt an einem Lichtbilde, wie nach einem einfachen Schema die Unfälle hiernach übersichtlich gruppiert werden.)

Dabei werden die Unfälle ferner noch in die Hauptgruppen eingereiht:

I. Erweiterung bestehender Anlagen,
II. Reparatur und Umbau,
III. Betrieb von Anlagen,
IV. sonstige Arbeiten oder besondere Fälle.

Die Zahlen, die ich Ihnen nun angeben will, sind einer Zusammenstellung der letzten 100 Fälle entnommen, die durch unsere Statistik gegangen sind, sie geben also zugleich Prozentsätze an (Zahlentafel 1):

In der Statistik wird ferner noch vermerkt, ob der Unfall durch einen unglücklichen Zufall oder durch fremdes oder eigenes Verschulden hervorgerufen ist, insbesondere, ob und gegen welche Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker verstoßen worden ist. Gerade hierauf richten wir ganz besonders unser Augenmerk, um zu prüfen, ob die vom Verbande Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Sicherheitsvorschriften noch irgendwo eine Lücke haben oder sonst verbesserungsbedürftig sind. Ich kann nun berichten, daß von der ganzen großen Zahl uns bekannt gewordener Unfälle nur in verschwindend wenigen Fällen eine Anregung an den Verband Deutscher Elektrotechniker zu geben war, daß die eine oder andere Bestimmung verbesserungsfähig sei, oder daß eine Ergänzungsbestimmung aufgenommen werden müsse. Das zeigt in erfreulicher Weise, daß diese Arbeiten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker außerordentlich gründlich und nutzbringend gewesen sind.

Trotzdem ist die Zahl der elektrischen Unfälle an sich verhältnismäßig groß, aber wir müssen dabei bedenken, daß die Elektrifizierung der Betriebe immer weiter um sich greift, daß hierdurch also die Möglichkeit elektrischer Unfälle immer größer wird. Wenn man das berücksichtigt, kommt man zu dem Ergebnis, daß unsere elektrischen Anlagen, wenn sie nach den Vorschriften eingerichtet und betrieben werden, eine außerordentlich große Betriebssicherheit gewährleisten. Die weitaus größte Zahl der Unfälle ist auf eigenes oder fremdes Verschulden zurückzuführen, insofern, als bestehende Vorschriften nicht beachtet oder ausdrückliche Verbote übertreten werden. Dagegen ist natürlich kein Kraut gewachsen.

Was nun die Frage der Spannung und der Stromart anlangt, so spielt in unserer Statistik der Gleichstrom eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle. Man kann jedoch aus dieser Statistik nicht etwa ohne weiteres den Schluß ziehen, daß die eine oder die andere Stromart gefährlicher oder ungefährlicher wäre; denn es ist zu berücksichtigen, daß heutzutage die Wechselstromanlagen wohl die Mehrzahl bilden. Die folgende Zahlentafel 2 gibt eine Übersicht, wie sich die 100 Unfälle auf Gleichstrom und Wechselstrom, sowie auf verschiedene Gruppen von Spannungen verteilen, u. zw. getrennt nach Verletzungen und Todesfällen.

Zahlentafel 2.

Gleichstrom			Wechselstrom				
Spannung	verletzt	tot	Spannung	verletzt		tot	
128	—	1	110	—	18	1	28
220 → 250	4	7	220 → 275	10		21	
500 → 600	3	1	350 → 550	8		6	
			1000	—	14	1	13
			2000 → 2200	6		2	
			3000	3		5	
			4500 → 6000	5		5	
			10 000 → 15 000	3		4	
			20 000 → 25 000	—		2	

Zahlentafel 1. Übersicht über 100 elektrische Unfälle.

Veranlassung	Betroffene Personen: Monteure und Maschinisten	Unsachverständige Hilfsarbeiter bei der elektr. Anlage	Benutzer der elektrischen Energie	Sonstige Personen	Summe
I. Erweiterung bestehender Anlagen	6	0	1	2	9
II. Reparaturen	12	4	0	1	17
III. Betrieb	25	2	2	2	31
IV. Sonstige Arbeiten und besondere Fälle	3	1	7	32	43
Teil der Anlage:	**Zentrale**	**Umformerstation**	**Netz**	**Verbrauchspunkt**	100
I. Erweiterung bestehender Anlagen	3	3	3	0	9
II. Reparaturen	5	4	6	2	17
III Betrieb	8	11	1	11	31
IV. Sonstige Arbeiten und besondere Fälle	2	1	24	16	43
Unfallstelle:	**Maschine, Motor**	**Apparat (Anlasser, Sicherung, Transformator, Lampe)**	**Schalter**	**Leitung**	100
I. Erweiterung bestehender Anlagen	0	1	2	6	9
II. Reparaturen	0	4	4	9	17
III. Betrieb	6	9	8	8	31
IV. Sonstige Arbeiten und besondere Fälle	2	7	1	33	43
					100

Die Zahlentafel 2 zeigt vor allem, daß auch bei verhältnismäßig geringen Spannungen schon Todesfälle vorkommen. Es sind mir übrigens auch Todesfälle bekannt, die bei 65 V Wechselstrom eingetreten sind. Wenn nun diese Statistik zeigt, daß eine große Zahl von Unfällen bei den mittleren Spannungen von 220 bis 550 V aufgetreten sind, so kann man an und für sich daraus noch keinen Schluß ziehen, daß diese Spannungen gefährlicher wären als die hohen Spannungen. Es muß vielmehr berücksichtigt werden, daß mit niedrigen bzw. mittleren Spannungen, da sie die Betriebsspannungen der meisten Anlagen sind, auch sehr viel Verbraucher und sonstige Personen in Berührung kommen können, während bei den hohen Spannungen es sich in der Regel um Unfälle handelt, die bei Wartung und Bedienung bzw. Reparatur elektrischer Anlagen vorkommen, wobei also nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Personen überhaupt in Betracht kommen.

Auffällig aber ist, daß gerade bei den niederen Spannungen die Todesfälle erheblich zahlreicher sind als die Verletzungen. Bei den höheren Spannungen von 1000 bis 6000 V Wechselstrom dagegen haben wir weniger Todesfälle als Verletzungen. Die ganze Betrachtung zeigt nun, daß ein sicherer Anhalt für die Gefährlichkeit bzw. die Tödlichkeit der elektrischen Energie vom rein elektrischen Standpunkte aus nicht gefunden werden kann, Sie hängt vor allem ab vom Widerstand des Körpers, so daß dieselbe Spannung, die bei einem trockenen Körper ungefährlich ist, bei einem feuchten Körper zum Tode führen kann. Aber auch das allein erklärt noch nicht die Verschiedenheit in der Wirkung elektrischer Unfälle.

Es ist daher außerordentlich wünschenswert, daß die Mediziner von ihrer Seite aus der Sache auf den Grund gehen, und darum müssen wir dem Herrn Vortragenden zu Danke verpflichtet sein, daß er uns heute seine Ansichten über das Herzkammerflimmern als Ursache des elektrischen Todes in so klarer und verständlicher Weise vorgetragen hat. Leider ergab sich ja aus dieser Betrachtung nur geringe Aussicht für die Hoffnung, durch Wiederbelebungsversuche Erfolg zu erzielen. Das stimmt allerdings, wie ich dem Herrn Vortragenden auch von mir aus bestätigen kann, mit der Beobachtung überein, daß die in der Praxis angestellten Wiederbelebungsversuche nur in seltenen Fällen wirklich Erfolg gehabt haben. Ich bin jedoch der Meinung, daß wir trotzdem solche Versuche nicht etwa als von vornherein erfolglos aufgeben sollten. Denn selbst, wenn es uns nur gelingen sollte, unter 100 Fällen nur ein einziges Menschenleben zu retten, so ist es wert gewesen, diese Versuche zu machen.

Ob es auf Grund der heute abend vorgetragenen neueren Erkenntnisse nun auch möglich sein wird, neue Methoden für Wiederbelebung elektrisch Verunglückter zu finden und erfolgreich durchzuführen, das muß die Zukunft lehren. Besonders wichtig erscheint mir in diesem Zusammenhang, daß wir das grundsätzlich weiterführen, was uns der heutige Abend zeigte, nämlich die nutzbringende Zusammenarbeit zwischen der Medizin und der Elektrotechnik.

Es wurde in diesem Zusammenhange in der Erörterung heute abend angeregt, es möchten Lehrstühle für Elektrophysiologie eingerichtet werden. Ich meine, die Technischen Hochschulen könnten in diesem Sinne auch das ihre beitragen, daß den Medizinern Gelegenheit gegeben wird, elektrotechnische Vorträge zu hören über das Wesen und die Wirkungsweise der elektromedizinischen Apparate, sowie über die Bedingungen, die man an diese zu stellen hat. Die Technische Hochschule Charlottenburg hat auf diesem Wege bereits einen Schritt getan, indem bei der Abteilung für Maschinen-Ingenieurwesen eine Privatdozentur errichtet wurde für die „Technischen Grundlagen der Elektromedizin". Wir wollen hoffen, daß auf diesem Wege noch weiter Erfreuliches geleistet wird, und wir und die elektrotechnische Industrie werden dankbar sein, wenn uns von Ärzten, die mit der Wirkungsweise der elektromedizinischen Apparate vertraut sind, Anregungen gegeben werden für den Bau solcher Apparate.

Herr **Alvensleben**: Die Fragen auf dem bei elektrischen Unfällen auszufüllenden Fragebogen enthalten ungefähr 30 Punkte und zerfallen in persönliche Verhältnisse, technische und medizinische Fragen. Die medizinischen Fragen bekommen wir nicht gratis und franko ausgefüllt, der betreffende Arzt will die Beantwortung der Fragen bezahlt haben, und daran ist die genaue Beantwortung gescheitert. Oft habe ich es übernommen, auch diese Fragen, die eigentlich der Arzt ausfüllen sollte, zu beantworten, soweit ich dazu in der Lage war, wie z. B. Art und Ort der Brandwunden usw. Hier liegt die Schwierigkeit: Wer bezahlt den Arzt dafür, daß er die Fragen im allgemeinen Interesse beantwortet?

(Schluß folgt.)

LITERATUR.

Besprechungen.

Physik der Röntgenologie. Bd. 9 der Bibliothek der physikalisch-medizinischen Techniken. Von Heinz Bauer †. Mit einem Bildnis. 53 S. in 8°. Verlag von Hermann Meusser. Berlin 1917. Preis geb. 3 M.

Die kleine posthume Schrift bringt in ihrem ersten Teile Betrachtungen über die Bedeutung von Theorien in der Physik, im zweiten werden die elektrischen Grundbegriffe, Potential, Widerstand und Stromstärke, sowie ihre Einheitsdefinitionen in recht anschaulicher Weise auseinandergesetzt. Das Werkchen ist aus Vorträgen entstanden, die gelegentlich ärztlicher Fortbildungskurse gehalten worden sind. **Byk.**

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Die Entscheidung des Reichsgerichts vom 11. I. 1918 und die Essersche Kritik des Urteils des Oberlandesgerichts Köln vom 28. III. 1917. 6 S. in 8°. Verlag von A. Marcus & E. Ebers. Bonn 1918. Preis 0,50 M.

Sonderabdrucke.

W. Stern. Veranstaltungen und Veröffentlichungen zur Psychologie der Berufseignung in Deutschland. „Zeitschr. für Päd. Psychol.", Bd. 18, 1917, Heft 11/12.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Die deutsche Elektroindustrie und die lateinischen Staaten von Amerika.

Die Staaten des lateinischen Amerikas, welche vor dem Kriege mit Deutschland in den regsten Handelsbeziehungen standen, empfinden den Krieg als eine arge Störung in ihrer wirtschaftlichen Entwicklung und stehen trotz der hetzerischen Tätigkeit Englands einem Wirtschaftskrieg gegen Deutschland mit wenigen Ausnahmen völlig verständnislos gegenüber. Wenn auch während der Kriegszeit von den Vereinigten Staaten und Japan der mit entschiedenem Erfolg gemachte Versuch, die Märkte des lateinischen Amerikas zu erobern, als teilweise gelungen bezeichnet werden muß, so hat sich doch das deutsche Fabrikat gerade in diesen Staaten dauernd die Gunst der Verbraucher erworben, so daß der deutsche Handel und die deutsche Industrie auch dort wieder festen Fuß fassen werden. Um einen ungefähren Überblick darüber zu gewinnen, inwieweit vor dem Kriege am auswärtigen Handel dieser Staaten die deutsche elektrotechnische Industrie beteiligt gewesen ist, und welche Hoffnungen auf die Wiederaufnahme dieser wichtigen Handelsbeziehungen gesetzt werden können, dürften die statistischen Angaben des „Bulletin of the Panamerican Union" einen leidlichen Anhalt bieten, obwohl die nordamerikanische Herkunft dieser Statistik eine Schönfärberei zugunsten Amerikas nicht ausschließt. Außerdem dürften die Zahlen, die aus den Jahren 1910 bis 1912 stammen, im Jahre 1913 schon einigermaßen überholt worden sein. Trotzdem aber ergibt sich ein ziemlich übersichtliches Bild, welches zur Information gute Dienste leisten wird. Zu beachten ist dabei, daß Deutschland im Gesamthandel der Staaten des lateinischen Amerikas sowohl in Einfuhr und Ausfuhr fast überall an zweiter Stelle stand.

In Argentinien betrug der Gesamteinfuhrwert an elektrischen Apparaten 5,742 Mill. Pes, davon Draht und Kabel für 2,928 Mill. Pes, etwa zur Hälfte aus Deutschland, etwa zu ein Viertel aus Großbritannien, im übrigen aus Italien, den Vereinigten Staaten und Belgien; Dynamos und elektrische Motoren für 0,542 Mill. Pes., größtenteils aus Deutschland und Großbritannien, z. T. auch aus den Vereinigten Staaten, Frankreich, Belgien und Italien; Bogenlampen für 0,117 Mill. Pes., größtenteils aus Deutschland; Glühlampen für 0,597 Mill. Pes., ebenfalls aus Deutschland; verschiedene elektrotechnische Materialien für 0,564 Mill. Pes., größtenteils aus Deutschland, zum kleineren Teil aus Großbritannien, den Vereinigten Staaten und anderen Ländern. Bedeutend war auch die Einfuhr von Zubehör für Kabel, von Akkumulatoren, Isolatoren, Telegraphenapparaten und -materialien, elektrischen Glocken und Knöpfen, Bogenlichtkohlen, isolierten Schnüren und Isolierrohren, Vulkanfiber, elektrischen Batterien und Motoren, Ventilatoren und dergleichen, von denen die größere Menge aus Deutschland stammte.

Bolivien führte ein Maschinen, Apparate und Geräte, einschl. elektrotechnischer, für den Betrag von 0,804 Mill. Bolivianos.

Nach Brasilien kamen elektrische Apparate für 3,221 Mill. $, davon aus den Vereinigten Staaten für 1,526, Deutschland für 0,792, Großbritannien für 0,590 Mill. $; elektrische Kabel für 0,562 Mill. $, davon aus Großbritannien für 0,269, Deutschland für 0,142, den Vereinigten Staaten für 0,138 Mill. $; Beleuchtungsgegenstände für 0,526 Mill. $, davon aus Deutschland für 0,258, Großbritannien für 0,096, den Vereinigten Staaten für 0,050 Mill. $.

In Chile wurden eingeführt an Maschinen und Apparaten zu Beleuchtungs- und anderen elektrischen Zwecken 2630 t, davon aus Deutschland 1760, Großbritannien 520, den Vereinigten Staaten 248 t.

Kolumbiens Einfuhr an elektrischen Maschinen betrug 364 000 t und kam zumeist aus Deutschland.

Für Costarica wurde Material für elektrische Betriebe im Werte von 0,112 Mill. $ eingeführt.

Kuba führte an Maschinen insgesamt für 8,382 Mill. $ ein, davon aus den Vereinigten Staaten für 5,861, Großbritannien für 1,216, Deutschland für 0,458, Frankreich für 0,166, Spanien für 0,014 Mill. $. Elektrische Maschinen kamen aus den Vereinigten Staaten, Deutschland, Großbritannien und Frankreich. Ferner gelangten nach Kuba elektrische Lampen aus den Vereinigten Staaten, Deutschland, Frankreich und Belgien.

In der Statistik der Dominikanischen Republik sind elektrotechnische Gegenstände nicht besonders aufgeführt. Metallwaren wurden eingeführt im Werte von 0,631 Mill. $ aus den Vereinigten Staaten, für 0,153 Mill. $ aus Großbritannien, für 0,056 Mill. $ aus Deutschland.

Ecuador führte Maschinen im Werte von 0,351 Mill. $ ein, welche aus Deutschland, den Vereinigten Staaten, Belgien und Frankreich kamen.

Die Einfuhr von Metallen und Metallwaren in Guatemala betrug aus den Vereinigten Staaten 0,650, Deutschland 0,395, Großbritannien 0,141, Frankreich 0,009 Mill. $.

Für Haiti ist nur die Einfuhr von Maschinen aus den Vereinigten Staaten mit einem Wert von 0,084 Mill. $ angegeben.

Honduras führte elektrische Maschinen im Werte von 0,018 Mill. $ ein.

In Mexiko kamen zur Einfuhr Birnen und andere Teile für Glühlampen für 0,144 Mill. $, davon aus den Vereinigten Staaten für 0,095, Deutschland für 0,039 Mill. $, elektrische Glühlampen für 0,353 Mill. $, davon aus den Vereinigten Staaten für 0,180, Deutschland für 0,137 Mill. $, Maschinen aller Art sowie Ersatzteile dazu für 9,568 Mill. $, davon aus den Vereinigten Staaten für 6,676 Großbritannien für 1,446, Deutschland für 1,058, Frankreich für 0,186, Schweiz für 0,079 Mill. $.

In Nicaragua kamen an Maschinen, Apparaten usw. für den Bergbau für 23 671 $ aus den Vereinigten Staaten und für 10 783 $ aus Großbritannien; alle anderen, nicht besonders genannten Maschinen kamen für 73 312 $ aus den Vereinigten Staaten, für 9606 $ aus Großbritannien und für 5893 $ aus Deutschland.

Nach Panama wurden elektrotechnische Erzeugnisse für 78 345 $ eingeführt, davon aus den Vereinigten Staaten für 42 979, aus Großbritannien für 33 158 $.

Paraguays Einfuhr an Maschinen und Apparaten sowie Metallwaren belief sich auf 0,296 Mill. $ für verzollte und 0,772 Mill. $ für zollfrei eingeführte Gegenstände.

Für Peru ond Uruguay fehlen die einschlägigen Ziffern.

Salvador führte Maschinen ein im Werte von 53 856 $.

In Venezuela wurden an Maschinen, nicht besonders bezeichnet, für 0,206 Mill. $ eingeführt, davon aus den Vereinigten Staaten für 0,112, aus Deutschland für 0,039, aus Großbritannien für 0,034 Mill. $.

Demgegenüber weist die deutsche Statistik für das Jahr 1913 folgende Ziffern auf. Es wurden ausgeführt an Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformern, Transformatoren und Drosselspulen von 25 bis 100 kg nach Argentinien 1064, Brasilien 1006 Dz, von 100 bis 500 kg nach Argentinien 4912, Brasilien 5321, Chile 1917, Mexiko 1100 Dz, über 500 kg schwer nach Argentinien 13 872, Brasilien 11 443, Chile 6297, Mexiko 4567, Peru 1240 Dz; fertig gearbeitete Anker, Kollektoren nach Argentinien 1855, Brasilien 860, Chile 118 Dz; Akkumulatoren, davon Ersatzplatten: ohne Zellhorn, ähnliche Formenstoffe oder Hartkautschuk nach Argentinien 6221, Brasilien 2285, Chile 5309 Dz; elektrische Kabel zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet, nach Argentinien 68 349, Brasilien 4254, Chile 5938, Mexiko 3008, Uruguay 5163 Dz; elektrische Bogenlampen usw. nach Argentinien 1047 Dz; Metallfaden- und Metalldrahtlampen nach Argentinien 835, Brasilien 769, Chile 457, Kuba 182, Mexiko 303, Uruguay 109 Dz; Kohlefaden-, Nernst- und andere elektrische Glühlampen nach Argentinien 137, Brasilien 80 Dz; Fernsprecher, auch elektrische Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprech-Vermittlungseinrichtungen und Bestandteile solcher nach Argentinien 274, Brasilien 253 Dz; elektrische Sicherungs- und Signalapparate, elektrische Läutewerke und Bestandteile solcher nach Argentinien 757 Dz; Vorrichtungen für drahtlose Telegraphie und Telephonie und Bestandteile solcher nach Argentinien 111 Dz; elektrische Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse, Vorschalt- und Nebenschlußwiderstände und Bestandteile solcher nach Argentinien 15 202, Brasilien 6156, Chile 4509, Mexiko 2310, Uruguay 1672 Dz; elektrische Vorrichtungen für ärztliche Zwecke nach Argentinien 166 Dz; elektrische Meß-, Zähl- und Registriereinrichtungen und Bestandteile solcher nach Argentinien 2792, Brasilien 336, Chile 471 Dz; elektrische Vorrichtungen für Heiz- und Kochzwecke, Heizlampen und Bestandteile solcher nach Argentinien 305, Brasilien 176 Dz; Isolierrohre für elektrische Leitungen aus Papier oder Pappe, Verbindungsstücke, nach Argentinien 2026, Chile 2048 Dz. *Bd.*

In Kriegszeiten.

Die neue Kriegsanleihe. Die achte Kriegsanleihe des Deutschen Reiches, welche in der Zeit vom 18. März bis 18. April 1918 gezeichnet wird, garantiert wiederum eine Verzinsung von 5 % für die Anleihe bzw. 4½ % für die Schatzanweisungen. Der Zeichnungskurs beträgt 98. Die Schatzanweisungen sind auslosbar mit 110 bis 120 %. Nachstehend sind die wichtigsten Zahlen der bisherigen Anleihen zusammengestellt.

Übersicht der deutschen Kriegsanleihen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Ausgabedatum	Sept.1914	Febr.1915	Sept.1915	März1916	Sept.1916	März1917	Sept.1917
Zinsfuß:							
Anleihe . . . . . %	5	5	5	5	5	5	5
Schatzanweisungen . „	5	5	5	4½	4½	4½	4½
Ausgabekurs:							
Anleihe . . . . . M	97,50	98,50	99,00	98,50	98,00	98,00	98,00
Schatzanweisungen . „	97,50	98,50	—	95,00	95,00	98,00	98,00
Ergebnis . . . . Mill. M	4481	9103	12 160	10 768	10 700	13 100	12 458

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Reiniger, Gebbert & Schall A. G., Berlin[1]. Nach dem Bericht über das 10. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 3,123 Mill. M (2,370 i. V.), der Reingewinn 0,987 Mill. M (0,658 i. V.). Es werden 12 % (wie i. V.) Dividende auf 4 Mill. M (3,5 i. V.) vorgeschlagen.

Elektrische Kraftversorgung A. G., Mannheim[2]. Nach dem Bericht über das 4. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 0,459 Mill. M (0,311 i. V.), der Reingewinn 13 619 M (38 137 i. V.). Eine Dividende wird wie i. V. nicht verteilt.

Officine Elettriche Ticinesi (Tessinische Kraftwerke) Bodio, A. G. Die Gesellschaft wurde am 30. VI. 1917 mit Wirkung vom 1. I. 1917 begründet, um das der Motor A.G. für angewandte Elektrizität, Baden (Schweiz) gehörige, 1911 vollendete Biaschinawerk in Bodio zu übernehmen und zu betreiben. Das Werk hat 34 000 kW Maschinenleistung und erzeugte in den ersten 9 Monaten des abgelaufenen Jahres 108 Mill. kWh. Nach dem Bericht über das am 30. IX. 1917 endende 1. Geschäftsjahr betrugen die Betriebseinnahmen 1,035 Mill. Fr., der Überschuß 0,403 Mill. Fr. Es soll eine Dividende von 6 % auf 8 Mill. Fr gezahlt werden.

Firmenverzeichnis.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Niefnig (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Gr. Quäsdow (Haftsumme: 200 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Böhmischdorf (Haftsumme: 400 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Lech-Elektrizitätswerke A.G., Augsburg: um 3 auf 12 Mill. M.

Schweiz. Die Aluminium-Industrie A.G., Neuhausen, beantragt eine Kapitalserhöhung um 7 auf 42 Mill. Fr.

Norwegen. Die Norsk elektrisk Lampefabrik, Drammen, beabsichtigt, ihr Aktienkapital um 0,55 auf 2,05 Mill. Kr zu erhöhen.

[1]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 228.
[2]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 115.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 9. Wer fabriziert Temperaturbegrenzer oder selbsttätige Stromunterbrecher für elektrische Heizkissen?

Abschluß des Heftes: 22. März 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkestraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 4. April 1918.** **Heft 14.**

Die rechtliche Lage des funkentelegraphischen Nachrichtenverkehrs in der Luftfahrt.

Von H. Thurn, Berlin-Friedenau.

Übersicht. **In dem nachfolgenden Aufsatz wird in kurzen Zügen dargestellt, welche hauptsächlichen Punkte der Rechtslage des funkentelegraphischen Nachrichtenverkehrs in der Luftfahrt bei Schaffung eines internationalen Luftverkehrsrechts beachtet werden müßten.**

Nach Eintritt des Friedens wird sich das Bedürfnis, den Luftverkehr im weitesten Maße im Interesse des Handels, des Post- und Personenverkehrs praktisch betreiben zu können, mächtig regen. Die Schaffung eines einheitlichen, internationalen „Luftverkehrsrechts" würde einen bedeutenden Schritt zur Rechtsannäherung der einzelnen Staaten bilden. Die Natur des Verkehrsraums, des freien Luftraums über den einzelnen Staaten, die wirtschaftlichen und praktischen Bedingungen des Luftverkehrs, alles das sagt uns, daß nur internationales Recht Ordnung in das Flugrecht bringen kann. Ebenso wie der funkentelegraphische Verkehr durch internationalen Vertrag geregelt ist, ebenso muß der Entwurf eines Luftrechts auf internationaler Rechtslage fußen.

Es ist zweifellos, daß die Funkentelegraphie in der Luftfahrt heute eine große Rolle spielt. In dem Aufsatz „Funkentelegraphie und Luftfahrt" in der „ETZ" 1914, Heft 28/30, habe ich die praktische Verwendbarkeit der Funkentelegraphie als Nachrichtenmittel für Luftschiffe, Freiballone und Flugzeuge ausführlich dargestellt.

Solange die Luftschiffahrt einzig auf Freiballone mit ihrer geringen Bewegungsfreiheit angewiesen war, lag ein Bedürfnis nach einem ständigen Nachrichtenaustausch zwischen Ballon und Erde noch nicht vor. Die schnelle Entwicklung der lenkbaren Luftfahrzeuge brachte jedoch eine Wandlung. Bei dem heutigen Stande der Luftschiffahrt ist das Interesse für eine funkentelegraphische Verbindung zwischen Luftfahrzeug und Erde in den Vordergrund getreten. Um die Luftfahrzeuge zu wirklich vollwertigen Verkehrsmitteln zu machen, ist eine dauernde und zuverlässige Verbindung mit der Erde unerläßlich. Der Nachrichtenaustausch zwischen Luftfahrzeug und Erde ist eines der wichtigsten Erfordernisse für die Sicherheit der Fahrt und für ihren militärischen, sportlichen oder verkehrstechnischen Wert, mag man dabei denken an den Aufklärungsdienst des erkundenden Militärflugzeuges und Luftschiffes, oder an eine Orientierung der Luftschiffer in Nacht und Nebel über die Wetterlage sowie über Wind- und Wetteraussichten oder aber an das Nachrichtenbedürfnis des reisenden Fahrgastes[1]). Schon heute kann man mit Leichtigkeit dem fahrenden Luftschiff Zeitsignale, Sturm- und Warnungssignale geben; auch das Luftschiff selbst kann Hilfe herbeirufen oder die Zeit der Ankunft dem Hafen funkentelegraphisch mitteilen und so die Bereitstellung der erforderlichen Arbeitskräfte oder etwaiger Ersatzteile veranlassen. Zweifellos erfahren somit die verschiedensten Zwecke der Luftfahrt eine erhebliche Förderung dadurch, daß die Funkentelegraphie dem Luftverkehr dienstbar gemacht wird.

Die Einrichtung und den Betrieb funkentelegraphischer Anlagen auf Luftfahrzeugen frei zu lassen, erscheint ausgeschlossen. Diese Bordstationen könnten starke Störungen anderer Anlagen bewirken und unter Umständen den funkentelegraphischen Verkehr zwischen den Küstenstationen und den Bordstationen der Schiffe unmöglich machen; auch für das Auffangen von Nachrichten wären diese Bordstationen besonders gefährlich. Man wird also auch dür die funkentelegraphischen Anlagen auf Luftfahrzeugen eine internationale und staatliche Gesetzesregelung verlangen müssen.

Der „Internationale Funkentelegraphenvertrag"[1]) hat sich darauf beschränkt, den funkentelegraphischen Verkehr auf hoher See zu ordnen und vom Lande nur die Küsten zu reglementieren, also größtenteils solche Gebiete, auf denen alle Staaten die gleichen Rechte haben. Für den Nachrichtenaustausch der festen Landstationen miteinander besteht immer noch kein Zwang; die Regelung dieser Frage war der nächsten Konferenz, die übrigens 1917 in Washington stattfinden sollte, vorbehalten worden. Der für alle Militär- und Marinestaaten wichtige Artikel 21 des Vertrages bestimmt, daß sich die vertragschließenden Staaten volle Freiheit hinsichtlich der militärischen und Marineanlagen, soweit sich diese nicht mit dem allgemeinen Nachrichtenaustausch befassen, sowie der Stationen, die den Verkehr zwischen festen Punkten vermitteln, vorbehalten. Nur sind diese Anlagen in Friedenszeiten gehalten, ihren Betrieb tunlichst so einzurichten, daß er andere Funkenstationen nicht stört. Natürlich sollen auch Kriegsschiffe und feste Stationen verpflichtet sein, das funkentelegraphische Ersuchen um Hilfe mit Vorrang aufzunehmen und den in Not befindlichen Schiffen nach Kräften Hilfe zu leisten, ausgenommen den Fall, daß sie materiell dazu außerstande sind. Ein großer Fortschritt liegt in der erweiterten Abfassung des Artikel 3, durch den die Forderung der Gleichberechtigung der verschiedenen funkentelegraphischen Systeme festgesetzt und der Grundsatz anerkannt wurde, wonach allen Systemen freier Verkehr gestattet sei, so daß die monopolistischen Bestrebungen einzelner Systeme in den Hintergrund gedrängt sind. Der Artikel 8 enthält die rechtlich sehr weittragende Verpflichtung, daß Funkentelegraphenstationen ihren Betrieb nach Möglichkeit so einrichten müssen, daß sie den Verkehr anderer Stationen nicht stören; diese Frage ist besonders auch für die gesetzliche Regelung der „Funkentelegraphie und Luftfahrt" von großer Bedeutung. Die Vorschrift des Artikels 9, wonach Anrufe in Seenot, woher sie auch kommen mögen, mit unbedingtem Vorrang entgegenzunehmen und zu beantworten sind, sowie wonach ihnen gebührend Folge gegeben werden muß, gilt für sämtliche Staaten, die dem Vertrag unterliegen, nicht aber für die von Luftfahrzeugen ausgehenden Notanrufe, da die Funkentelegraphenanlagen der Luftschiffe dem Vertrage überhaupt noch nicht unterliegen und das Notzeichen nach Artikel 21 der Ausführungsübereinkunft ausdrücklich für den Gebrauch für in Seenot befindliche Schiffe vorgeschrieben ist.

Im übrigen hat der Vertrag die Behandlung direkt juristischer Fragen, wie z. B. „das Recht der Staaten an Lufträumen", „Neutralisierung des Luftraumes", „Funkentelegraphie und Luftfahrt" gar nicht berührt. Die Behandlung der Frage der rechtlichen Stellung der „Funkentelegraphie in der Luftfahrt" ist ausdrücklich einer späteren Konferenz vorbehalten worden.

Die Errichtung einer Funkentelegraphenstation im Hoheitsgebiete eines anderen Staates ohne dessen vorherige Genehmigung würde eine Verletzung des diesem Staate zukommenden Souveränitätsrechtes darstellen. Ebenso wie bei Unterseekabeln die Kabel- oder Telegraphengesellschaft die Genehmigung der Regierung des Uferstaates zum Anlanden des Kabels einzuholen hat, muß bei Errichtung einer privaten funkentelegraphischen Landstation vor Ausführung der Arbeiten die Genehmigung des Staates nachgesucht werden. Bei staatlichen Stationen werden sich die einzelnen Anlagen wohl stets in „geteiltem" Besitz befinden, d. h. jeder Staat wird Eigentümer der auf seinem Gebiet befindlichen Funkentelegraphenstationen sein. Ferner ist zu beachten, daß bei der drahtlosen Telegraphie in weit ausgedehnterem Maße als bei der Kabeltelegraphie freie, staatenlose und gebundene (über dem Staatsgebiet und Küstenmeer) Lufträume durchlaufen werden, so daß hier an die Stelle vertraglicher Regelung weit mehr völkerrechtliche Grundsätze treten müssen.

Da eine dauernde Neutralisierung des Luftraumes nur in gewissen Zonen möglich sein wird, hier aber Schwierigkeiten in der Aufrechterhaltung und Kontrolle der Luftzonen begegnen würde, so müßten sich die einzelnen Staaten alle Rechte über den Luftraum vorbehalten, der ihren Landesgrenzen entspricht, und sich für diese Zone die Rechte der Territorialhoheit gegenseitig zugestehen. Die Aufgabe internationaler Abmachungen wäre es alsdann, die Rechte in einzelnen Fällen zugunsten des internationalen Verkehrs und der Interessen der Allgemeinheit festzulegen.

---

[1]) Zum ersten Male ist ein drahtloser Telegrammverkehr auf privaten Zeppelin-Luftschiffen, die durchweg mit Funkenapparaten ausgerüstet sind, während des oberrheinischen Ueberlandfluges 1912 in Betrieb genommen worden. Diese Stationen dienten in erster Linie den Zwecken der Sicherung der Luftschiffahrt, standen aber auch bei besonderen Fällen den Passagieren für ihre persönlichen Telegramme zur Verfügung. Zwischen den beiden Luftschiffen „Hansa" und „Viktoria Luise" wurde am 10. V. 1912 über 200 km sicher gefunkt, ohne daß dieser Abstand eine obere Grenze bedeutet hätte. Bei dem am 15. VI. 1912 probeweise mit Genehmigung der Reichs-Postverwaltung durchgeführten Telegrammverkehr für Private sind alle Telegramme unverstümmelt den Empfängern zugestellt worden. Auch mit der Luftschiffstation Frankfurt (Main) wurde bis zu 300 km guter gegenseitiger Verkehr aufrecht erhalten. Auf der Reise des Zeppelin-Luftschiffes „Sachsen" nach Wien am 10. VI. 1913 hat sich die Bordstation ebenfalls gut bewährt.

[1]) In meinem Buche „Die Funkentelegraphie im Recht", Verlag J. Schweitzer (Arthur Sellier, München 1913, habe ich eine zusammenfassende Monographie über das Recht und die Stellung der drahtlosen Telegraphie im öffentlichen Verkehr gegeben. Unter Hervorhebung der volkswirtschaftlichen Bedeutung dieses neuen Verkehrsmittels wird in dieser rechts- und verkehrsgeschichtlichen Abhandlung versucht, eine umfassende Darstellung der Entwicklung und des heutigen Standes der Rechtsverhältnisse der Funkentelegraphie zu geben, unter Anführung der einschlägigen Bestimmungen in den verschiedenen Staaten und im internationalen Recht. Es wird gezeigt, daß alle Glieder der internationalen Verkehrsgemeinschaft bemüht sind, den öffentlichen Verkehr durch internationale Abkommen zu schützen und zu regeln. Man darf nicht verkennen, daß die internationale Regelung der Funkentelegraphie nicht nur zu einer umfassenden Einigung der meisten Nationen, sondern auch zu der Erkenntnis geführt hat, daß kriegsführende Mächte den Weltverkehr tunlichst wenig behindern sollen. Wir können in dem neuen Verkehrsmittel ein wichtiges Mittel erblicken, die einzelnen Staaten zu einer Rechtsgemeinschaft enger zusammenzuschließen. — In den völkerrechtlichen Ausführungen sind nur solche Punkte herausgegriffen worden, die meines Erachtens allgemeines Interesse beanspruchen dürfen, und die teils infolge inzwischen eingetretener Tatsachen praktische Bedeutung gewonnen haben — die Gewohnheit wird hier zum wirklichen Rechtserzeuger — oder durch Beschlüsse internationaler Körperschaften eine Besprechung notwendig erscheinen ließen, wenngleich die konventionsartigen Ergebnisse dieser Verhandlungen im allgemeinen nur selten für internationale Verträge vorbildlich gewesen sind.

Digitized by Google

Erwähnt sei noch kurz, daß jeder Staat zweifellos das Recht hat, den vom Auslande kommenden Funkenwellen, die unter Umständen störend auf die eigenen Funkentsationen wirken können, den Durchgang durch sein Luftgebiet zu untersagen; diese Abwehr stützt sich juristisch auf den Eingriff des einen Staates in die Rechtsatmosphäre des anderen. Die Möglichkeit der praktischen Ausübung einer solchen völkerrechtlichen Befugnis dürfte allerdings sehr zweifelhatt sein.

Über die rechtliche Stellung der „Funkentelegraphie in Friedenszeiten" habe ich in meiner obengenannten Arbeit „Die Funkentelegraphie im Recht" folgende Grundsätze aufgestellt, die auch für die rechtliche Behandlung der „Funkentelegraphie in der Luftfahrt" von Interesse sein dürfte:

„Die Errichtung von privaten Funkentelegraphenstationen unterliegt der staatlichen Genehmigung. Der Territorialherr ist Herr der über seinem Gebiet befindlichen Luftsphäre und als solcher berechtigt, funkentelegraphische Eingriffe abzuwehren. Der „freie" Durchgang von Funkenwellen in normalen Zeiten und ähnliche Rechte zugunsten des internationalen Verkehrs müssen durch internationale Abmachungen gewährleistet werden.

Die Funkentelegraphie ist rechtlich der gewöhnlichen Telegraphie gleichgestellt; die Friedensbestimmungen sind grundsätzlich auch zu Kriegszeiten anwendbar. Falls die Sicherheit des Staates es verlangt, kann er den Luftraum seines Territoriums für Funkenwellen sperren; hierbei wird die Bestimmung der Höhe seiner Herrschaftssphäre dem Sicherheitsbedürfnis des Staates überlassen. Bei Störungen der eigenen Funkenwellen durch fremde Funkerwellen steht ihm ein völkerrechtlicher Anspruch auf Schadenersatz zu. Die Sperrung des funkentelegraphischen Verkehrs ist sowohl in Friedens- als auch in Kriegszeiten sämtlichen übrigen Vertragsstaaten mitzuteilen."

Bei Benutzung einer Funkentelegraphenstation an Bord eines Fahrzeuges werden, wie bereits ausgeführt, leicht staatliche oder genehmigte private Funkentelegraphenstationen gestört werden können. Diese Frage der Störung des funkentelegraphischen Verkehrs durch Stationen in Luftfahrzeugen ist rechtlich sehr schwierig und erst in letzten Jahren von praktischer Bedeutung geworden, als die Luftschiffe und Flugzeuge mit funkentelegraphischen Apparaten ausgerüstet wurden.

Bei den Fesselballonen ist die Frage rechtlich insofern einfach, als diese in jeder Beziehung als intra territorium befindlich anzusehen sind und demgemäß die für das betreffende Landgebiet geltenden Gesetze auch für die funkentelegraphische Ballonstation Geltung haben müßten.

Wenn ein Luftschiff zu wissenschaftlichen Versuchszwecken mit einer Funkentelegraphenanlage ausgerüstet auf der Fahrt funkentelegraphische Versuche anstellen wollte, so müßte, da dem Staat zweiffellos das Recht der Kontrolle zusteht, zunächst die staatliche Genehmigung eingeholt werden. Schneeli[1]) führt aus, daß es beim Luftraum keine Rechte aller gibt, und daß, da die Schutzzone unbegrenzt sein müsse, auch konventionell keine Schutzzone abgegrenzt werden könne. Er schreibt (a. a. O. S. 36): „Die Gefahr, welche dem Territorium durch Angriffe aus dem Luftraum droht, ist unbeschränkt, ja sie nimmt sogar mit größerer Entfernung bei verschiedenen technischen Verfahren nur zu, während sie auf der See mit steigender Entfernung abnimmt. Zwischen dem „mare liberum" und dem „l'air est libre", welche beide auf Konvention beruhen müßten, um leben zu können, besteht also ein fundamentaler Gegensatz; von Analogie kann gar keine Rede sein, denn während es im allgemeinen Interesse der Staaten liegt, das Meer freizugeben, liegt es noch mehr in ihrem Interesse, sich am Luftraum alle Rechte vorzubehalten."

Während die Schiffe auf dem Meere stets Teilchen ihres Heimatlandes sind, solange sie sich auf dem territorium nullius befinden, stellen sich die Luftschiffe grundsätzlich, sobald sie sich über dem Erdboden und nicht mehr über der offenen See befinden, unter die aus der Territorialhoheit folgenden Kontrolle territorialer Jurisdiktion. Das Luftschiff, welches auf dem offenen Meere funkentelegraphisch verkehren will, wird nach den Bestimmungen des geltenden Seerechts behandelt werden müssen. Vorläufig aber kommt die freie See für die lenkbaren Luftschiffe weniger in Frage; ihr hauptsächliches Operationsfeld ist das Land, wo sich die Funkentelegraphenstationen des Territorialherrn befinden, deren Wirkungsfeld im allgemeinen bereits durch internationale Verträge begrenzt ist. Schneeli sagt über die praktische Ausnutzung der Funkentelegraphie in Luftschiffen (a. a. O., S. 47): „Konventionen werden auch hier, sobald der Verkehr ein stetiger geworden sein wird, so daß es sich nicht mehr nur um Ausnahmefälle handelt, die näheren Bestimmungen festzulegen haben. Denn auch hier wird der Standpunkt von größter Wichtigkeit sein, daß die Atmosphäre nicht frei ist, sondern der jeweiligen Territorialhoheit unterworfen sein muß. Deshalb werden Staatsluftschiffe den territorialen Luftraum ebensowenig unbeschränkt durchziehen können, wie die Staatsschiffe das territoriale Gewässer. Dieselben Bestimmungen werden für beide zur Geltung kommen müssen."

Ebenso wie nach den Bestimmungen des internationalen Funkentelegraphenvertrages alle Staaten den unter ihrer Flagge fahrenden genehmigten funkentelegraphischen Bordstationen die Beobachtung sämtlicher Regeln des Vertrages zur Pflicht machen, muß dies auch bei den funkentelegraphischen Stationen auf Luftschiffen und Flugzeugen geschehen. Im freien Luftraum des offenen Meeres würden sie unter dem Gesetz des Heimatstaates stehen.

In den Beschlüssen des „Institut de droit international" werden die Luftschiffe den Schiffen gleichen Regeln unterworfen, was aber nur über dem offenen Meere zulässig sein dürfte; über dem Festlande und dem Küstenmeer stehen die Luftschiffe unter der Territorialhoheit. Im Luftraum des Seekriegsschauplatzes unterliegen sie der Autorität der Kriegsparteien. Schneeli, der die Funkentelegraphie an Bord von Schiffen und von Luftschiffen neutralitätsrechtlich verschieden behandelt, schreibt über das Aufhören des Kriegsrechts im neutralen Luftraum (a. a. O. S. 82): „Wo auf funkentelegraphischem Wege durch Luftschiffe unneutrale Handlungen vorgenommen werden, verstoßen sie auch gegen das Neutralitätsrecht der betreffenden Territorien; es bedeutet dies einen Mißgriff neutraler Luftsphären für Kriegshandlungen. Eine Verfolgung solcher schuldigen neutralen Luftschiffe durch diejenigen der Kriegspartei wäre zu untersagen, auch wenn die Sicherheit des Territoriums dadurch nicht gefährdet würde. Die territoriale Hoheit hat aber dafür einzutreten, daß den unneutralen Handlungen in dieser Sphäre ein Ende gemacht wird. Der Neutralitätsbruch verletzt in diesem Falle nicht nur die Interessen einer Kriegspartei, sondern auch diejenigen des betreffenden neutralen Territorialstaates." Ein neutraler Staat kann somit nicht dulden, daß in seinem Luftraum das Kriegsrecht insofern Anwendung findet, daß in dem oberhalb seines Gebietes befindlichen Luftraum feindliche Luftschiffe sich bekämpfen, wenn auch nur funkentelegraphisch durch Zwischentelegraphieren und Stören.

Ein unneutrales Luftschiff einer kriegsführenden Partei, das sich über neutralem Lande nicht nur in der Schutzzone, sondern auch auf unbedingt neutralem Gebiet befindet, darf seine Funkentelegraphenstationen nicht zu Kriegszwecken benutzen. Schneeli schreibt über diesen Punkt (a. a. O. S. 9470): „Die Rechte und Pflichten der Neutralen erheischen es; die Verhältnisse der Behandlung müssen denen, welche im Lande beobachtet werden, entsprechen. Würde die Station, wenn sie auf dem Lande wäre, geschlossen oder unter Kontrolle gestellt werden müssen, so gälte dasselbe für die Luftschiffstationen. Die Jurisdiktion des Territorialherrn ist eine absolute. Der Territorialherr kann nicht zugeben, daß sein Luftraum zu unneutralen Akten mißbraucht werde, oder daß solche von den Kriegsführenden selber daselbst mit Regressivmitteln belegt werden. Souveränität und droit de conversation schließen die Kontrolle des Ballons durch den Feind im neutralen Luftraum aus, das Kriegsrecht muß hier Halt machen, im Gegensatz zu seiner freien Entfaltung auf hoher See. Deshalb verschärft sich aber die Kontrollpflicht der Neutralen."

Die Frage, wie die Kontrolle des funkentelegraphischen Verkehrs einer Ballonstation im neutralen Raume auzusüben sein wird, steht noch offen. Bedenkt man jedoch, daß die Reichweite und die Antennenenergie der Ballonstationen stets eine beschränkte sein wird — etwa 300 km bei 1 kW Antennenenergie —, die abgesandten Nachrichten also in erster Linie von den in der Nähe des Luftschiffes befindlichen Landstationen empfangen werden, so sieht man, daß eine Kontrolle der Funkentelegramme durch die neutralen Anstalten des Territorialherrn nicht auf unüberwindliche Schwierigkeiten stoßen wird. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, die Luftschiffe vertraglich zu verpflichten, nur unter Benutzung territorialer Stationen ihre Funkentelegramme zu vermitteln.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so ergeben sich folgende Grundsätze:

Die Funkentelegraphenstationen der Luftschiffe unterstehen der Kontrolle des jeweiligen Territorialherrn. Zur Errichtung der Ballonstationen bedarf es der staatlichen Genehmigung. Für die Stationen der über dem offenen Meere befindlichen Luftschiffe gelten die Bestimmungen des herrschenden Seerechts. Die funkentelegraphischen Ballonstationen haben die Bestimmungen des internationalen Funkentelegraphenvertrages sowie die internen staatlichen Gesetze zu beachten, solange sie sich über Territorialgebiet befinden.

Im Luftraum des Seekriegsschauplatzes unterliegen die Ballonstationen der Autorität der Kriegsparteien. Unneutrale Handlungen solcher Stationen in neutralen Luftsphären verstoßen gegen das Neutralitätsrecht. Seitens des Territorialherrn müssen die erforderlichen Gegenmaßregeln ergriffen werden. Ein unneutrales Luftschiff, das sich über neutralem Gebiet befindet, hat in allen Punkten den Anordnungen des Territorialherrn hinsichtlich des funkentelegraphischen Verkehrs Folge zu leisten.

Die Funkentelegraphie ist im heutigen Weltkriege von größter Bedeutung geworden. Mit Recht wird diesem Nachrichtenmittel, das in der Hand einer Kriegspartei ein hervorragendes Kriegsmittel ist, von verschiedenen Seiten ein verschärftes Verteidigungsrecht gegegenübergestellt. Vor dem Recht der Kriegsparteien, dem Gegner möglichst viele Kriegsmittel zu entziehen, muß das Recht des friedlichen Verkehrs unter Umständen auch der Neutralen, selbst wenn hierdurch der ganze Verkehr des Feindes sowohl als auch neutraler Staaten gelähmt werden sollte, zurückstehen. Auf die gewiß interessante Frage der „Funkentelegraphie im Kriegsrecht" kann ich hier nicht näher eingehen; ich verweise vielmehr auf meine diesbezüglichen Ausführungen in meiner obengenannten Arbeit „Die Funkentelegraphie im Recht."

[1]) Schneeli, „Radiotelegraphie und Völkerrecht" 1908.

Digitized by Google

Die Vorausberechnung der Selbstkosten von Elektrizitätswerken.

Von B. Soschinski.

(Schluß von S. 126.)

2. Mittlerer Kohlenverbrauch für 1 kWh.

Ist die Belastung des Stromerzeugers mit der Zeit veränderlich, so berechnet sich der Verbrauch während einer Betriebsperiode $s\left[\frac{\text{h}}{\text{Per}}\right]$ nach Gl. (5) oder (6) zu

$$\int_0^{\cdot} W_t\, dt = W_m\, s = A\, s + B\, \mathfrak{E}$$

$$= A\, s\, B\, L \int_0^{\cdot} m\, dt \left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{Per}}\right],$$

wenn $\mathfrak{E}\left[\frac{\text{kWh}}{\text{Per}}\right]$ die während der Betriebsperiode erzeugte Energie ist. Führt man den mittleren Belastungsfaktor[1]) des Stromerzeugers n ein, so folgt:

$$n = \frac{1}{s}\int_0^{\cdot} m\, dt = \frac{\mathfrak{E}}{L\, s} = \frac{N_m}{L} \quad \ldots \quad (7$$

und $$W_m\, s = A\, s + B\, L\, s\, n,$$

also $$W_m = A + (B\, L)\, n \left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{h}}\right] \quad \ldots \quad (8$$

und

$$w_m = \frac{W_m\, s}{\mathfrak{E}} = \frac{W_m}{L\, n} = a \cdot \frac{1}{n} + b \left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right] \quad (9$$

mit $$a = \frac{A}{L}; \quad b = B,$$

also ähnliche Gleichungen wie (5) und (6) mit den gleichen Konstanten, die demnach bei Betrieben mit nur einem Stromerzeuger (oder lauter gleichen Stromerzeugern) auch aus den Betriebsergebnissen einer längeren Periode mit veränderlicher Belastung ermittelt werden können. Daher ist es klar, daß diese Eigenschaft der gradlinigen Charakteristiken dazu benutzt werden kann, laufend den Betrieb durch seine Ergebnisse zu überwachen, wenn die durch Versuche mit Hilfe der Gl. (1), (2) und (5) festzustellenden Betriebskonstanten bekannt sind. Jene mittleren Konstanten werden natürlich auch bei der besten Betriebsführung stets größer sein müssen, als die Garantiezahlen für Maschinen und Kessel, da diese ja ohne die im Betrieb unvermeidlichen Verluste durch Anheizen und Abblasen der Kessel, Anwärmen der Maschinen und Rohrleitungen usw. gelten.

Sind nun während der $s$stündigen Periode mehrere Maschinen verschiedener Leistung L_ν [kW] mit den Betriebsdauern s_ν im Betrieb (Abb. 1), und sind ihre Kohlenverbrauchskonstanten $A_\nu = a_\nu L_\nu$ und $B_\nu = b_\nu$, so ergibt die Rechnung folgendes:

Es seien die gesamte installierte Betriebsleistung $L_i = \Sigma L_\nu$ und die Belastungsfaktoren der Gesamtbelastung bezogen auf L_i[2]):

$$m = \frac{N_t}{L_i} \quad \text{und} \quad n = \frac{1}{s}\int_0^{\cdot} m\, dt = \frac{\mathfrak{E}}{L_i\, s} = \frac{N_m}{L_i} \quad (10$$

während, wie vorher, die Belastungsfaktoren der einzelnen Maschinen

$$m_\nu = \frac{N_{t\nu}}{L_\nu} \quad \text{und} \quad n_\nu = \frac{1}{s_\nu}\int_0^{s_\nu} m_\nu\, dt = \frac{\mathfrak{E}_\nu}{L_\nu\, s_\nu}$$

sind, so werden sich mittlere Verbrauchskonstanten für die Periode A_m, a_m, B_m und b_m ergeben, so daß (Abb. 1):

$$\int_0^{\cdot} W_t\, dt = W_m\, s = A_m\, s + B_m\, \mathfrak{E}$$

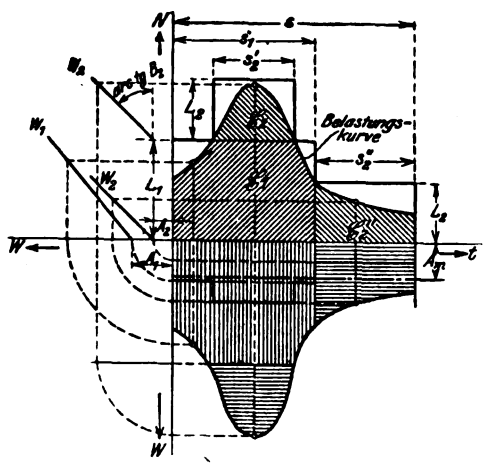
$$= A_m\, s + B_m\, L_i\, s\, n$$

und anderseits:

$$W_m\, s = \Sigma(A_\nu\, s_\nu + B_\nu\, L_\nu\, s_\nu\, n_\nu)$$
$$= \Sigma(A\, s)_\nu + \Sigma(B\, L\, s\, n)_\nu$$
$$= \Sigma(A\, s)_\nu + \Sigma(B\, \mathfrak{E})_\nu,$$

d. h. $$W_m = A_m + (B_m\, L_i)\, n \quad \ldots \quad (11$$

mit $$A_m = \frac{\Sigma(A\, s)_\nu}{s} = \frac{\Sigma(a\, L\, s)_\nu}{s}; \qquad B_m = \frac{\Sigma(B\, \mathfrak{E})_\nu}{\mathfrak{E}} = \frac{\Sigma(b\, \mathfrak{E})_\nu}{\mathfrak{E}}. \quad (12$$



$s_2 = s_2' + s_2''$; $\mathfrak{E}_2 = \mathfrak{E}_2' + \mathfrak{E}_2''$; $\mathfrak{E} = \mathfrak{E}_1 + \mathfrak{E}_2$;

$A_m = \frac{(A\, s)_1 + (A\, s)_2}{s}$; $B_m = \frac{(B\, \mathfrak{E})_1 + (B\, \mathfrak{E})_2}{\mathfrak{E}}$;

$a_m = \frac{s}{(L\, s)_1 + (L\, s)_2} \cdot A_m$; $b_m = B_m$.

Abb. 1. Ableitung des Kohlenverbrauchs aus der Belastungskurve bei mehreren Maschinen verschiedener Leistung.

Werden anstatt der A_m und B_m die Mittelwerte a_m und b_m eingeführt, so erhalten wir einerseits:

$$W_m\, s = a_m\, \Sigma(L\, s)_\nu + b_m\, \mathfrak{E}$$
$$= a_m\, \Sigma(L\, s)_\nu + b_m\, L_i\, s\, n$$

und anderseits:

$$W_m\, s = \Sigma(a\, L\, s)_\nu + \Sigma(b\, \mathfrak{E})_\nu$$
$$= \Sigma(a\, L\, s)_\nu + \Sigma(b\, L\, s\, n)_\nu,$$

also $$w_m = \frac{W_m\, s}{\mathfrak{E}} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\Sigma(a\, L\, s)_\nu}{L_i\, s} + \frac{\Sigma(s\, \mathfrak{E})_\nu}{\mathfrak{E}}$$

oder

$$w_m = \frac{1}{n} \cdot \frac{\Sigma(L\, s)_\nu}{L_i\, s} \cdot a_m + b_m = \frac{f}{n} \cdot a_m + b_m \quad (13$$

mit

$$a_m = \frac{\Sigma(a\, L\, s)_\nu}{\Sigma(L\, s)_\nu} = \frac{\Sigma(A\, s)_\nu}{\Sigma(L\, s)_\nu} = \frac{s}{\Sigma(L\, s)_\nu} \cdot A_m$$
$$b_m = \frac{\Sigma(b\, \mathfrak{E})_\nu}{\mathfrak{E}} = B_m \quad (14$$

wobei $$f = \frac{\Sigma(L\, s)_\nu}{L_i\, s} \quad \ldots \quad (15$$

der aus den Betriebsaufzeichnungen zu berechnende „Betriebszeitfaktor" genannt wird (Klingenberg a. a. O.).

Wie die Gl. (10), (12) und (14) erkennen lassen, sind die als mittlere Verbrauchskonstanten bezeichneten Größen A_m, B_m, a_m und b_m keine wahren Konstanten, da sie ebenso wie n mit den Größen $\mathfrak{E}_\nu$, L_ν und s_ν veränderlich, also von n nicht unabhängig sind. Dagegen lassen sich auch bei Werken mit mehreren Maschinen die mittleren Konstanten A_m und B_m für eine gegebene längere Betriebsperiode (Monat oder Jahr) aus den täglichen Aufzeichnungen mit Hilfe der Gl. (11) und (10) graphisch ableiten (vgl. „ETZ" 1915, S 653), und anderseits durch die Gl. (12) aus den bekannten Konstanten, Energieanteilen und Betriebsdauern der einzelnen Maschinen berechnen, so daß eine einfache Betriebsbeaufsichtigung auf diesem Wege möglich ist.

Sind alle Maschinen von gleicher Größe: $L_1 = L_2 = \ldots = L_z = L$, (Anzahl der Maschinen gleich z), so werden die von Klingenberg benutzten Gleichungen erhalten:

$$w_m = \frac{1}{n} \cdot \frac{\Sigma s_\nu}{s\, z} a_m + b_m \quad \ldots \quad (13a$$

$$f = \frac{\Sigma s_\nu}{s\, z} \quad \ldots \quad (15a$$

$$a_m = a = \frac{A}{L_i}; \quad b_m = b, \quad \ldots \quad (14a$$

da $$L_i = z\, L; \quad \mathfrak{E} = \Sigma \mathfrak{E}_\nu.$$

Aus Gl. (13) ist ersichtlich, daß der mittlere spezifische Kohlenverbrauch um so kleiner wird, je kleiner der Betriebszeitfaktor f im Verhältnis zu n, dem mittleren Belastungsfaktor der Maschinen, ist. Wie das im folgenden durchgerechnete Beispiel zeigt, wächst f mit zunehmendem n, aber langsamer als dieses (vgl. Abb. 7). Zwar ist der feste Anteil des spezifischen Kohlenverbrauchs a_m nur ein verhältnismäßig kleiner Teil des gesamten spezifischen Kohlenverbrauchs, gleichwohl liegt die Wichtigkeit jenes Verhältnisses für die Betriebsergebnisse auf der Hand, da die festen Kosten allein die Möglichkeit einer Ersparnis an Betriebskosten bieten und daher so weit wie nur irgend tunlich herabgedrückt werden müssen.

Aus den beiden von Klingenberg behandelten Betriebsgrenzfällen folgt, daß f zwischen den Grenzen n und 1 liegen kann, also zwischen ziemlich weiten Grenzen, da n bis auf weniger als 0,1 sinken kann. Diese Grenzfälle sind:

1. Es ist nur eine Maschine vorhanden, oder alle vorhandenen Maschinen sind stets zugleich im Betrieb. Dann ist $\Sigma(L\, s)_\nu = L_i\, s$ und $f = 1 = f_{\max.}$: der ungünstigste Betriebsfall. Es ist

$$w_m = \frac{1}{n} \cdot a_m + b_m.$$

2. Alle im Betrieb befindlichen Maschinen sind stets voll belastet, d. h. die Abstellung der Maschinen bei Belastungsänderungen kann stets so erfolgen, daß die übrigen voll belastet sind. Dann ist $\Sigma(L\, s)_\nu = \mathfrak{E}$, also $f = \frac{\mathfrak{E}}{L_i\, s} = n = f_{\min.}$: der günstigste Betriebsfall. Es folgt $w_m = a_m + b_m$, also unabhängig von n, falls a_m und b_m von n unabhängig sind, was, wie oben gezeigt, nicht der Fall ist.

3. Vorausberechnung der Verbrauchskonstanten.

Die beiden Grenzfälle sind praktisch nicht erreichbar; der wirkliche Betrieb liegt zwischen beiden. Infolgedessen hängen die Größen A_m, B_m und daher auch a_m und b_m von der Zahl, Größe und Betriebsdauer der Maschinen ab, sind also veränderliche, von n abhängige Größen, die im allgemeinen für jede Betriebsperiode andere Werte annehmen. Zur Berechnung der die Verbrauchskonstanten bestimmenden Größen muß zunächst der Verlauf der Jahresbelastungskurve $f(t, N_t)$ vorliegen, deren Abszissen t angeben, wie lange die Belastung einen bestimmten Wert der Ordinaten N_t übersteigt.

Nun hat Rossander[1]) gezeigt, daß sich, wenigstens für städtische Lichtwerke und Überlandwerke mit nicht zu großem mittleren Belastungsfaktor, der Verlauf dieser Kurve mit genügender Annäherung durch die Exponentialgleichung

$$N_t = a + b\, t^z \quad \ldots \quad (16$$

---

[1]) Bei Klingenberg a. a. O. „Ausnutzungsfaktor" genannt.

[2]) Die Wahl von L_i als Bezugsgröße für m und n ist eigentlich unlogisch, da L_i in dem Belastungsdiagramm überhaupt nicht vorkommt, sondern nur das jeweilige Maximum $L_{\max.}$ der in jeder Betriebsperiode zugleich in Betrieb befindlichen Maschinen. $L_{\max.}$ würde aber für jeden Teil einer Betriebsperiode (z. B. bei der Jahresperiode für jeden Tag) verschieden sein, und man erreicht durch die Wahl von L_i als des absoluten Maximums der Maschinenleistung, daß man von einer veränderlichen Bezugsgröße frei ist. Will man n lieber auf $L_{\max.}$ beziehen, so hat man es mit dem Quotienten $\frac{L_i}{L_{\max.}} = \frac{1}{r}$ zu multiplizieren.

[1]) Die Anwendung der symbolischen Belastungskurven für Elektrizitätswerke, „ETZ" 1913, S. 489.

Digitized by Google

mit den Konstanten a, b und λ darstellen läßt, wenn die drei charakteristischen Belastungsgrößen: höchste Last M, kleinste Last N_0 und mittlere Last

$$N_m = \frac{1}{s}\int_0^s N_t\, d\,t = \frac{\mathfrak{E}}{s}$$

bekannt sind, wobei s =8760 die Stundenzahl eines Jahres bedeutet. Diese Größen lassen sich aber für den normalen ferneren Verlauf an Hand der früheren Entwicklung eines Werkes und besonders, wenn es sich darum handelt, den Einfluß des Anschlusses eines bestimmten Großabnehmers oder einer Gruppe solcher festzustellen, mit ziemlicher Sicherheit schätzen, so daß für solche Fälle das Verfahren Erfolg versprechen dürfte. Andere Fälle der Belastung, die nicht der Gleichung genügen, z. B. abwechselnde gleichmäßige Belastungen über längere Zeiten, werden sich dadurch berücksichtigen lassen, daß man sie der Exponentialkurve überlagert.

Besonders bequem wird das Verfahren, wenn man mit Rossander die Veränderlichen t und N_t durch die Verhältnisse $\tau = \frac{t}{s}$ und $\mu = \frac{N_t}{M}$ ersetzt. Dann erhält die Gl. (16) die Form:

$$\mu = \frac{a}{M} + \frac{b\,s^\lambda}{M}\,\tau^\lambda,$$

und die Grenzbedingungen geben, wenn die Verhältnisse

$$\frac{N_m}{M} = \nu, \qquad \frac{N_0}{M} = \nu_0$$

gesetzt werden:

für $t=0$, $\tau=0$: $N_t = M$; $\mu = 1$,

also $\frac{a}{M} = 1$ oder $a = M$,

für $t=s$, $\tau = 1$: $N_t = N_0$; $\mu = \nu_0$,

also $\frac{b\,s^\lambda}{M} = -(1-\nu_0)$ oder $b = -\frac{M}{s^\lambda}(1-\nu_0)$.

Daher wird $\mu = 1-(1-\nu_0)\,\tau^\lambda$

und $$\frac{N_m}{M} = \nu = \frac{1}{s}\int_0^s \frac{N_m}{M}\,d\,t = \int_0^1 \mu\, d\,\tau,$$

d. h. $$\nu = \int_0^1 [1-(1-\nu_0)\,\tau^\lambda]\, d\,\tau = 1 - \frac{1-\nu_0}{\lambda+1},$$

woraus $$\lambda = \frac{\nu-\nu_0}{1-\nu}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17$$

Die Gleichungen für μ und N_t sind also:

$$\mu = 1-(1-\nu_0)\,\tau^\lambda \quad . \quad . \quad (18$$

$$N_t = M-(1-\nu_0)\frac{M}{s^\lambda}\,t^\lambda \quad . \quad . \quad (19$$

mit dem Wert von λ aus Gl. (17).

Am besten arbeitet man nur mit Gl. (18) und den Veränderlichen μ und τ, da diese Verhältniskurve alle Jahreskurven $f(t,\ N_t)$ umfaßt und die Werte für N_t und t durch einfache Änderung der Maßstäbe für τ und μ im Verhältnis von $\frac{1}{s}$ und $\frac{1}{M}$ abgelesen werden können.

Unter der Voraussetzung, daß die Jahreskurve eines bestimmten Werkes sich der Rossanderschen Gleichung mit genügender Annäherung anschließt, und daß auch die zu erwartende Belastung ihren Charakter nicht wesentlich ändert, läßt sich nun die Kurve für ein späteres Jahr vorausbestimmen. Die günstigste Betriebsanordnung der Maschinen läßt sich dann ohne weiteres einzeichnen, und die zur Berechnung der mittleren Verbrauchszahlen nötigen Größen können aus dem Diagramm abgegriffen werden.

Liegen besondere Fälle zur Beurteilung vor, die sich der Rossanderschen Gleichung nicht fügen, also besonders gleichmäßige Belastungen, die sich auf die Tages- und Nachtstunden ungleich verteilen, wie das bei Großabnehmern häufig vorkommt, so kann man die Jahreskurve der übrigen Abnehmer durch die Exponentialgleichung festlegen und dann die besonderen Lasten darüber lagern. Ein Beispiel wird das Verfahren am besten erläutern und seine Anwendbarkeit dartun.

4. Beispiel.

Ein Werk soll z. Zt. über 2 Turbodynamos von je 2000 kW, je 1 von 1000 und 500 kW verfügen. Die höchste Belastung sei $M = 3500$ kW, die gesamte erzeugte Jahresenergie $\mathfrak{E} = 7 \cdot 10^6$ kWh entsprechend einem mittleren Belastungsfaktor $\nu = 0{,}23$ oder $T = 2000$, also $N_m = 800$; ferner sei die kleinste Last $N_0 = 175$ entsprechend einem $\nu_0 = 0{,}05$. Es soll untersucht werden, wie sich der Kohlenverbrauch gestalten würde, wenn die höchste Belastung auf 7000 kW anwächst, u. zw. unter den folgenden Verhältnissen:

a) $\nu = 0{,}23$ und $\nu_0 \triangleq 0{,}05$, wie bisher,

b) $\nu = 0{,}34$ entsprechend einem $T = 3000$; $\nu_0 = 0{,}05$,

c) $\nu = 0{,}46$ oder $T = 4000$; $\nu_0 = 0{,}05$,

d) zum Fall a) sollen noch weitere 3500 kW hinzukommen, die bei täglich 20-stündiger Entnahme eine rechteckige Belastungskurve bilden, ohne jedoch das Wintermaximum zu beeinflussen, indem etwa in den Wintermonaten zwischen 4 und 8 Uhr nachmittags abgeschaltet wird.

(Die Berechnung der übrigen Betriebskosten, also der Übergang auf die wirtschaftliche Charakteristik ist bei bekanntem Kohlenverbrauch leicht zu bewerkstelligen.)

1. $M = 3500$; $\nu = 0{,}23$: $N_m = 800$; $\nu_0 = 0{,}05$;

$N_0 = 175$; $\mathfrak{E} = 7 \cdot 10^{-6}$; $\lambda = \frac{\nu-\nu_0}{1-\nu} = 0{,}23$:

$L_i = 5500$: $n = \frac{N_m}{L_i} = 0{,}15$:

(Höchstbelastungsfaktor $h = \frac{M}{L_i} = 0{,}64$; Ausnutzungsfaktor $r = \frac{L_{max}}{L_i} = 0{,}73$ (Reserve!) für alle Fälle des Beispiels gleich groß).

Die Gleichung der Jahreskurve ist nach Gl. (18):

$$\mu = 1-0{,}95\,\tau^{0{,}23}.$$

(Abb. 2). Zeichnet man nun die Leistungen der Maschinen im N-Maßstab ein, so erhält man

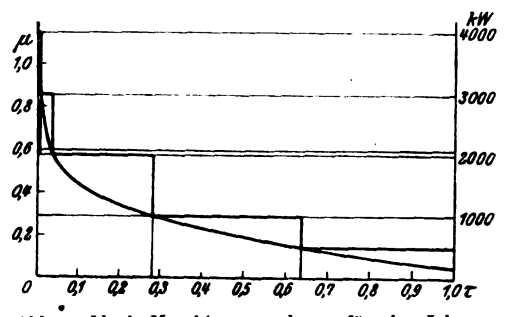


Abb. 2. Ideale Maschinenanordnung für eine Jahresbelastungskurve mit $\mu = 3500$; $\nu = 0{,}23$; $\nu_0 = 0{,}05$, wenn die Leistung der vorhandenen Maschinen 2000, 1000, 500 kW beträgt.

Maßstab für τ: 1 = 66 mm; für t: 100 h = 0,64 mm, 1 mm = 156 h; für μ: 1 = 28 mm; für N: 1000 kW = 8,1 mm, 1 mm = 124 kW.

die in Abb. 2 gegebene ideale Anordnung als die günstigste. Daraus lassen sich die zur Berechnung der mittleren Kohlenverbrauchskonstanten und des Betriebszeitfaktors nötigen Betriebszahlen leicht entnehmen, u. zw. wird für die

2000 kW-Maschinen $s_3 = 2500$; $\mathfrak{E}_3 = 3{,}8 \cdot 10^6$
1000 „ „ $s_2 = 3300$; $\mathfrak{E}_2 = 2{,}1 \cdot 10^6$
500 „ „ $s_1 = 3200$; $\mathfrak{E}_1 = 1{,}1 \cdot 10^6$
$\mathfrak{E} = 7{,}0 \cdot 10^6$

Die so erhaltenen Zahlen werden mit den wirklichen Betriebszahlen nicht übereinstimmen. Sie dienen zur Beurteilung der Betriebsführung, und umgekehrt hat man in dem Quotienten beider einen Reduktionsfaktor, um die idealen Größen auf die wirklichen Betriebsgrößen zurückzuführen.

Gelten nun für die Maschinen die folgenden Kohlenverbrauchscharakteristiken:

$$w_3 = 0{,}20 \cdot \frac{1}{m} + 0{,}69\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right],$$

$$w_2 = 0{,}22 \cdot \frac{1}{m} + 0{,}72 \quad \text{„}$$

$$w_1 = 0{,}26 \cdot \frac{1}{m} + 0{,}80 \quad \text{„}$$

so folgt aus den Gl. (15) bis (13):

$$a_m = \frac{0.20 \cdot 2000 \cdot 2500 + 0.22 \;\; 1000 \cdot 3300 + 0.26 \cdot 509 \cdot 3200}{2000 \cdot 2500 + 1000 \cdot 3300 + 500 \cdot 3200} = 0{,}22,$$

$$b_m = \frac{0{,}69 \cdot 3{,}8 + 0{,}72 \cdot 2{,}1 + 0{,}80 \cdot 1{,}1}{7{,}0} = 0{,}71,$$

$$f = \frac{9{,}9 \cdot 10^6}{5500 \cdot 8760} = 0{,}21.$$

$$w_m = \frac{0{,}21 \cdot 0{,}22}{0{,}15} + 0{,}71 = 1{,}02\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right].$$

2. Fall a) der Erweiterung.

$M = 7000$; $\nu = 0{,}23$; $N_m = 1600$; $\nu_0 = 0{,}05$;
$N_0 = 350$; $\mathfrak{E} = 14 \cdot 10^6$; $\lambda = 0{,}23$.

Sind jetzt $L_i = 2 \cdot 4000 + 2000 + 1000 =$ 11 000 kW installiert, so folgt $n = 0{,}15$ wie vorher. Auch die Jahreskurve ist die gleiche wie vorher, nur der N-Maßstab ist jetzt halb so groß. Die Verteilung der Maschinen (Abb. 3)

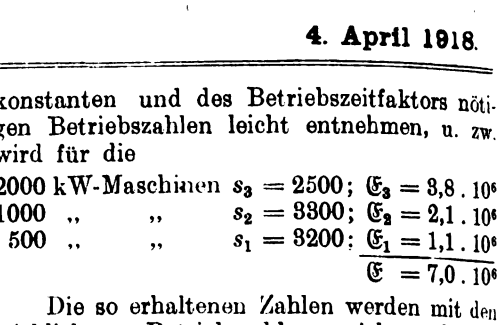


Abb. 3. Ideale Maschinenanordnung für eine Jahresbelastungskurve mit $\mu = 7000$; $\nu = 0{,}23$; $\nu_0 = 0{,}05$, wenn die Leistung der Maschinen 4000, 2000, 1000 kW beträgt. Maßstab für N: 1000 kW = 4,0 mm, 1 mm = 250 kW; sonst wie bei Abb. 2.

ist jetzt nur insofern etwas anders, als bei der besseren Kohlenverbrauchscharakteristik der 1000 kW-Turbine ihre stärkere Heranziehung auch zur Spitzendeckung vorteilhaft ist, was bei der 500 kW-Turbine nicht der Fall war. Daher wird jetzt für die

4000 kW-Maschinen $s_4 = 1100$; $\mathfrak{E}_4 = 3{,}8 \cdot 10^6$
2000 „ „ $s_3 = 4700$; $\mathfrak{E}_3 = 7{,}5 \cdot 10^6$
1000 „ „ $s_2 = 4800$; $\mathfrak{E}_2 = 2{,}7 \cdot 10^6$
$\mathfrak{E} = 14{,}0 \cdot 10^6$

Wird

$$w_4 = 0{,}18 \cdot \frac{1}{m} + 0{,}65\left[\frac{\text{kg Kohle}}{\text{kWh}}\right]$$

angesetzt, so folgt

$a_m = 0{,}20$; $b_m = 0{,}68$; $f = 0{,}19$ und $w_m = 0{,}95$, also eine Verbesserung des Kohlenverbrauchs um 6,9%.

3. Fall b) der Erweiterung.

$M = 7000$; $\nu = 0{,}34$; $N_m = 2400$; $\nu_0 = 0{,}05$;
$N_0 = 350$; $\mathfrak{E} = 21 \cdot 10^6$; $\lambda = 0{,}44$; $n = 0{,}22$.

Die Gleichung der Jahreskurve lautet:

$$\mu = 1-0{,}95\,\tau^{0{,}44}$$

Digitized by Google

Die Verteilung der Maschinen zeigt Abb. 4. Es ergibt sich für die

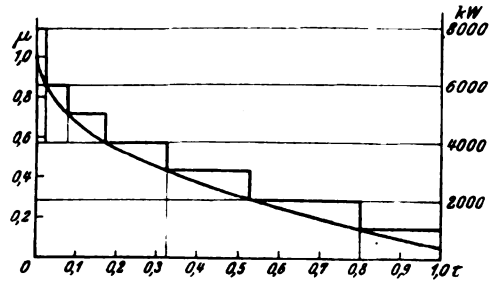


Abb. 4. Ideale Maschinenanordnung für eine Jahresbelastungskurve mit $\mu = 7000$; $\nu = 0{,}34$; $\nu_0 = 0{,}05$. Maßstab wie bei Abb. 3.

4000 kW-Maschinen s_4 3100; $\mathfrak{E}_4 = 11{,}3 \cdot 10^6$
2000 „ „ $s_3 = 4600$; $\mathfrak{E}_3 = 7{,}7 \cdot 10^6$
1000 „ „ $s_2 = 4400$; $\mathfrak{E}_2 = 2{,}0 \cdot 10^6$
$\mathfrak{E} = 21{,}0 \cdot 10^6$

$a_m = 0{,}19$; b_m 0,67; $f_m = 0{,}27$ und w_m 0,91,

also eine Verbesserung gegen den ersten Fall um 10,8%.

4. Fall c) der Erweiterung.

$M = 7000$; $\nu = 0.46$; $N_m = 3200$; $\nu_0 = 0{,}05$:
$N_0 = 350$; $\mathfrak{E} = 28 \cdot 10^6$; $\lambda = 0.76$; $n = 0.29$.

Die Gleichung der Jahreskurve ist:

$$\mu = 1 - 0{,}95\,\tau^{0{,}76}.$$

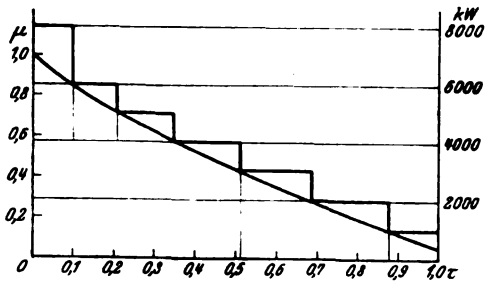


Abb. 5. Ideale Maschinenanordnung für eine Jahresbelastungskurve mit $\mu = 7000$; $\nu = 0{,}46$; $\nu_0 = 0{,}05$. Maßstab wie bei Abb. 3.

Aus der Verteilung der Maschinen nach Abb. 5 folgt für die

4000 kW-Maschinen $s_4 = 5400$; $\mathfrak{E}_4 = 19{,}3 \cdot 10^6$
2000 „ „ $s_3 = 4000$; $\mathfrak{E}_3 = 6{,}7 \cdot 10^6$
1000 „ „ $s_2 = 3800$; $\mathfrak{E}_2 = 2{,}0 \cdot 10^6$
$\mathfrak{E} = 28{,}0 \cdot 10^6$

$a_m = 0{,}19$; $b_m = 0{,}60$; $f = 0{,}35$ und $w_m = 0{,}83$.

also eine Verbesserung gegen den ersten Fall um 18,6%.

5. Fall d).

Hier sollen außer der Belastung des Falles 2 3500 kW während 6000 h, also $\tau = 0.69$, das Werk gleichmäßig belasten, dabei aber an

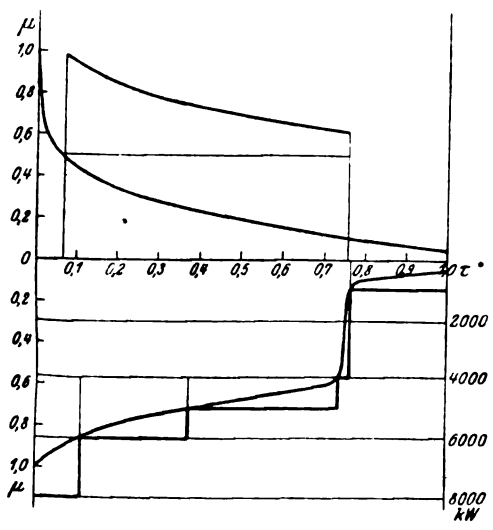


Abb. 6. Überlagerung einer Rechtecklast, die das Maximum nicht beeinflußt. Maßstab wie bei Abb. 8.

150 Wintertagen je 4 h, also 600 h der höchsten Belastung, entsprechend $\tau = 0{,}07$, ausgeschaltet werden, d. h. die Rechteckbelastung wirkt von $\tau = 0{,}07$ bis 0,76. In den Zeiten $\tau = 0$ bis 0,07 (während der höchsten Belastung) und 0,76 bis 1,0 (an Sonntagen und den Zeiten der Betriebspausen, also der schwächsten Belastung des Werkes) ist nur die in Abb. 3 ermittelte Belastung vorhanden. Es ergibt sich demnach die in Abb. 6 im oberen Teil gezeichnete Kurve für die Jahresbelastung und durch Zusammenziehung zusammengehöriger Abszissen die im unteren Teil angegebene endgültige Jahreskurve mit der dort eingezeichneten Maschinenverteilung. Die Jahreserzeugung berechnet sich nach den Annahmen zu

$$\mathfrak{E} = 14 \cdot 10^6 + 3500 \cdot 6000 = 35 \cdot 10^6,$$

also $N_m = \frac{35 \cdot 10^6}{8760} = 4000$; $\nu = \frac{4000}{7000} = 0.57$;

$T = 5000$; $n = 0.36$.

Ferner wird für die

4000 kW-Maschinen $s_4 = 7700$; $\mathfrak{E}_4 = 29{,}1 \cdot 10^6$
2000 „ „ $s_3 = 2000$; $\mathfrak{E}_3 = 2.9 \cdot 10^6$
1000 „ „ $s_2 = 5400$; $\mathfrak{E}_2 = 3.0 \cdot 10^6$
$\mathfrak{E} = 35{,}0 \cdot 10^6$

a_m 0,19; b_m 0,58; $f = 0.42$ und $w_m = 0\,80$,

also eine Verbesserung gegen den zweiten Fall um 15,8%.

In Abb. 7 sind die berechneten Zahlen für w_m und f abhängig vom mittleren Belas-

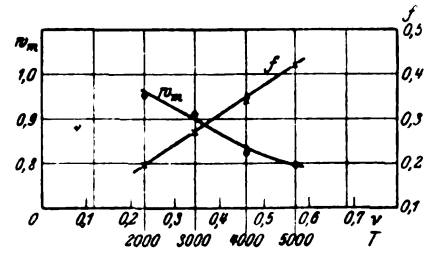


Abb. 7. Darstellung des mittleren spezifischen Kohlenverbrauchs w_m und des Belastungszeitfaktors abhängig von dem mittleren Belastungsfaktor, bezogen auf das Maximum ν oder seine Benutzungsdauer T.

tungsfaktor ν oder der Benutzungsdauer T des Maximums graphisch dargestellt, wobei ν und n durch die Gleichung

$$n = \nu \cdot \frac{M}{L_i} \qquad \nu \cdot h$$

aufeinander zurückgeführt werden.

Das hier entwickelte Verfahren, den Kohlenverbrauch eines Werkes als Grundlage seiner wirtschaftlichen Charakteristik für eine zukünftige Entwicklung auf Grund der bisherigen Betriebszahlen vorauszuberechnen, beruht auf der Voraussetzung, daß sich die Jahresbelastungskurve mit genügender Annäherung durch eine Exponentialkurve mit Hilfe der drei charakteristischen Verbrauchsgrößen: höchste, mittlere und niedrigste Jahreslast, darstellen läßt. Ob dies im einzelnen Falle zutrifft, läßt sich leicht durch den Versuch feststellen, und es wäre überaus dankenswert, wenn recht viele Betriebe derartige Vergleiche ihrer Jahreskurven veröffentlichen würden, damit die Brauchbarkeit dieses Verfahrens, das einem längst gefühlten Bedürfnis abhelfen würde, dargetan wird.

Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie.

Am 5. März hat eine nur vorübergehend gedachte Einrichtung eine feste, für die Dauer bestimmte Form erhalten, indem der Kriegsausschuß der deutschen elektrotechnischen Industrie aufgelöst und der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie gegründet wurde. Der Kriegsausschuß hat nach vielen Richtungen hin gute Dienste geleistet, und es ist zu erwarten, daß die nunmehrige Organisation für die Folge sowohl während der Übergangszeit, wie auch nach dem Kriege für die deutsche elektrotechnische Industrie von großer Bedeutung sein wird. Der satzungsgemäße Zweck des Zentralverbandes ist die Wahrnehmung der gemeinsamen Interessen der deutschen elektrotechnischen Industrie. Mitglieder des Vereins können solche deutschen Firmen werden, die auf dem Gebiete der elektrotechnischen Industrie fabrikatorisch tätig sind. Der ganze Aufbau des Vereins ist so gewählt, daß möglichst alle derartigen Firmen Mitglieder werden können. Jede Firma, welche mehr als 30 Angestellte und Arbeiter beschäftigt, hat Stimmrecht, u. zw. bis zu 1000 Angestellten und Arbeitern für je 100 eine Stimme, darüber hinaus steigt die Zahl der Angestellten und Arbeiter, für welche eine Stimme eingeräumt ist, so daß dadurch bewußt der Einfluß der großen Unternehmungen gegenüber den kleineren eingeschränkt wird. Die Beitragspflicht ist so geregelt, daß ohne Rücksicht auf die Stimmenzahl für jeden Beschäftigten ein Beitrag von einer Mark erhoben wird. Die Organe des Vereins außer der Mitgliederversammlung sind der Vorstand, welcher aus 9 bis 15 Personen, welche Stellvertreter benennen, besteht. Neben dem Vorstande steht der Vorstandsrat, welcher außer den Vorstandsmitgliedern und deren Stellvertretern in besondere die Vorsitzenden der Fachausschüsse umfaßt. Besonderer Wert ist auf den Aufbau dieser Fachausschüsse gelegt. Es wurden zunächst deren 23 gebildet, welche alle Zweige der elektrotechnischen Industrie umfassen. Einbegriffen sind dabei auch zum Beispiel die Kupferindustrie sowie auch Schwachstrom in Gestalt von Fernmeldeeinrichtungen, Eisenbahnsicherungen, drahtloser Telegraphie.

Grundsätzlich ist mit dem ganzen Aufbau eine gewisse Parität angestrebt und erreicht worden, indem die bekannten Gruppen in der elektrotechnischen Industrie — Großfirmen und Spezialfabriken — in ihrem Stimmverhältnis und ihrem Einfluß auf die Führung der Geschäfte gegeneinander abgeglichen sind. Es ist den Großfirmen einerseits und den mittleren und kleineren Firmen anderseits die Möglichkeit gegeben, ihre Interessen innerhalb des Verbandes zu wahren, ohne daß eine Gruppe die andere in wichtigen Angelegenheiten überstimmen kann. Wenn auch bei derartigen Organisationen Abstimmungen in diesem Sinne selten, oder überhaupt nicht vorkommen, so stellt doch das satzungsgemäß festgelegte Stimmenverhältnis im allgemeinen den Umfang des Einflusses der Gruppen dar. Der Vorstandsrat, insbesondere auch die Fachgruppenvorsitzenden und deren Stellvertreter sind ebenfalls so gewählt, daß alle Interessen der Industrie zum Ausdruck kommen können.

Neben den eigentlichen technischen Fachgruppen sind noch andere, mehr wirtschaftlicher Art gebildet, so eine Rohstoffstelle, eine Vertragskommission sowie endlich die Preisstelle. Diese Einrichtungen sind vom Kriegsausschuß übernommen. In besondere die letzterwähnte Preisstelle hat eine ganz außerordentlich günstige Wirkung während des Krieges erzielen können. Sie hat die bekannten veränderlichen Teuerungsaufschläge in Gemeinschaft mit den interessierten Behörden in regelmäßigen Zeitintervallen aufgestellt und dadurch den elektrotechnischen Markt vor einer wilden, ungeregelten Preisbildung glücklich bewahrt.

Das Arbeitsgebiet des neu gegründeten Zentralverbandes, welches im wesentlichen technisch wirtschaftlich sein soll, muß abgegrenzt werden gegen dasjenige des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Es soll keineswegs etwa Arbeit doppelt geleistet werden. Durch die ganzen langwierigen und nicht ganz einfachen Verhandlungen vor der Gründung ging das allseitig bekundete Bestreben hindurch, eine Vereinigung zu schaffen, in welcher die gemeinsamen Interessen verfolgt werden können, ohne daß die besonderen Interessen einzelner Gruppen etwa vernachlässigt werden. Den Vorsitz des Verbandes hat Herr Karl Friedrich von Siemens übernommen, stellvertretender Vorsitzender ist Herr Geheimrat Deutsch, von welchem die Anregung ausging sowie Herr Dr. Sieg als Vorsitzender des Vereins zur Wahrung gemeinsamer Wirtschaftsinteressen der deutschen Elektrotechnik. Die Gründung des Verbandes ist als ein recht erfreuliches Zeichen anzusehen, daß auch in der deutschen Elektrotechnik die Überzeugung der Notwendigkeit zur Zusammenfassung der Interessen vorlag, ein Gedanke, den zum Beispiel der deutsche Maschinenbau schon lange im Verein Deutscher Maschinenbauanstalten in die Tat umgesetzt hat. Der Verband wird die „elektrotechnische Fachgruppe" im Zentralverband Deutscher Industrieller bilden.

Digitized by Google

Möge die Opferwilligkeit und die Zurückstellung eigener Interessen, welche die gründenden Teile bewiesen haben, wirklich zum Nutzen der deutschen Elektrotechnik ausschlagen. Paul Meyer.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Gleichstrom-Tonsender.

Der Rechtsstreit, den Dr. W. Burstyn und E. v. Lepel gegen die C. Lorenz A.G. in Angelegenheit des Gleichstrom-Tonsenders geführt haben, ist durch Vergleich beendet worden. Die Beteiligten ersuchen uns um Veröffentlichung nachstehender

Erklärung.

Der Rechtsstreit, welcher zwischen den unterzeichneten Parteien betreffs des Gleichstrom-Tonsenders für drahtlose Telegraphie bestanden hat, wurde durch Vergleich beendet. Die C. Lorenz A.G. hat sich überzeugt, daß der Gegenseite die wissenschaftliche und technische Priorität der Erfindung zukommt.

C. Lorenz A.G.
E. v. Lepel. Dr. W. Burstyn.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Der Einfluß der Isolatorenketten auf die Beanspruchung und den Durchhang im Spannfelde.

[R. Krzyzanowski. Elektrotechn. u. Maschb., Bd. 35, S. 489 u. 505.]

In der Einleitung erwähnt der Verfasser mit Recht, daß mehrgliedrige Hängeisolatoren, dazu noch die schweren Doppelketten, wie sie bei Bahn- und Postkreuzungen gefordert werden, erheblichen Einfluß auf den Durchhang und Spannung der Leitung, besonders bei kleinen Spannweiten, ausüben. Die Ketten, die wie Ausgleichsgewichte wirken, suchen die Leitung mit ihrem geringen Gewichte gleich stark zu spannen. Durchgerechnete Beispiele zeigen sogar, daß bei kurzen Spannweiten die Beanspruchung und somit auch der Durchhang der Leitung bei -5^0+ Zusatzlast und den Temperaturen bis 40^0 fast konstant sind.

Dieser Umstand ist bei den bisherigen Berechnungen nicht berücksichtigt worden, selbst bei den Prüfungsunterlagen an Behörden. Man hat vielmehr die Leitungen nach den Durchhängen für Stützisolatoren gespannt. Dies war auch zulässig für große Spannweiten und kurze, leichte Ketten, wo man glaubte, die Kette stelle sich in denselben Durchhang wie die leichte Leitung ein. Die Untersuchung ergibt jedoch bedeutende Unterschiede in den Durchhängen, besonders bei den kurzen Spannweiten. Der größte Durchhang tritt bei -5^0+Z und nicht bei $+40^0$ C ein.

Im zweiten Teil der Abhandlung geht der Verfasser unter Zugrundelegung der Weilschen Formeln von folgender Gleichung aus:

$$P : G_l = x_1 : F_1$$

worin P = Horizontalzug in der Leitung, G_l = halbes Kettengewicht, x_1 = Kettenspannweite, F_1 = Kettendurchhang in cm bedeuten.

In dieser Gleichung hat der Verfasser das Leitungsgewicht, welches den Durchhang verkleinert und die Zusatzlast $190 + 50 \cdot d$, übersehen. Auf dieses Versehen macht er später in Heft 50 von „Elektrotechn. u. Maschinenb." aufmerksam. Vielleicht hätte man dies vermieden, wenn man die Momentengleichung für den ungünstigen Zustand -5^0+Z um a aufgestellt hätte, und zwar:

$$P \cdot F_1 - G_k \cdot \frac{x}{2} - \frac{G_l' + G_l''}{2} \cdot x_1 = 0,$$

worin ist

G_l' = Gewicht der Leitung für das Spannfeld,

G_l'' = Zusatzlast bei -5^0 $(190 + 50 \cdot d)$, daraus

$$\operatorname{ctg} \beta = \frac{P}{\frac{G_k + G_l' + G_l''}{2}} = \frac{p \cdot g}{\frac{G_k + G_l' + G_l''}{2}}$$

$x_1 = l_1 \cdot \cos \beta$,

$F_1 = l_1 \cdot \sin \beta$, wenn l_1 die Länge der Kette ist,

$F_2 = \frac{\varrho_{max.} \cdot x_2^2}{8 \cdot p_0}$, für p_0 = größte Beanspruchung bei -5^0+Z.

Man erhält somit den Gesamtdurchhang $F = F_1 + F_2$ bei -5^0+Z. Für diesen Zustand ist die Länge der Leitung:

$$l_2 = x_2 + \frac{8}{3} \cdot \frac{F_2^2}{x_2},$$

und für ein beliebiges Seilspannfeld besteht die Gleichung:

$$x + \frac{8}{3} \cdot \frac{F_2}{x} - x_0 - \frac{8}{3} \cdot \frac{F_0^2}{x_0} = (t - t_0) \cdot \vartheta \cdot l_0 + (p - p_0) \alpha \cdot l_0$$

oder unter Einsetzen der bestimmten Werte für das Seilspannfeld x_2

$$t = \frac{x_2 + \frac{l}{24} \cdot q^2 \cdot \frac{x_2^2}{p^2}}{\vartheta \cdot l_{20}} - \frac{l}{\vartheta} + l_0 - (p - p_0) \frac{\alpha}{\vartheta}.$$

Da die Spannverhältnisse für die Spannweite x_2 von der Seillänge abhängen, darf bei dieser Rechnung $\frac{x_2}{l_{20}}$ bzw. $\frac{x_{20}}{l_{20}}$ nicht gleich l gesetzt werden.

Setzt man bestimmte Werte, die man bei öfterer Berechnung schätzen kann, in obige Gleichung ein, so erhält man die dazugehörigen

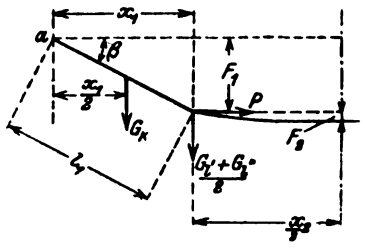


Abb. 1.

Temperaturen und Durchhänge. Diese Werte aufgetragen, ergeben für die gesuchten Temperaturen von -20^0 bis $+40^0$ die zugehörigen Spannungen. Der entsprechende Durchhang F_2 ist dann

$$F_2 = \frac{\varrho_0 \cdot x_2^2}{8 \cdot p_2}.$$

Weiter entwickelt Verfasser eine angenäherte Formel für die kritische Spannweite

$$x_{2\,max.} = p_0 \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot \vartheta \cdot (t - t_0)}{\varrho^2 - \varrho_0^2}},$$

um von vornherein zu wissen, ob bei -5^0+Z oder bei -25^0 C die Höchstbeanspruchung eintritt.

Die vorliegende Arbeit ist wohl die erste in der Literatur, welche den Einfluß der Hängeisolatoren bei der Berechnung der Durchhänge berücksichtigt und wird auch weiteren Anlaß zur Ermittlung der Abhängigkeit des Durchhanges von den Durchhängen der langen Isolatorenketten, die bei dieser Abhandlung noch nicht berücksichtigt sind, geben. *Gk.*

Verschiedene elektrische Antriebe.

Die Versorgung von Munitionsfabriken mit elektrischer Arbeit.

[Electrical World, Bd. 70, S. 411.]

S. Fischer bespricht seine zweijährigen Betriebserfahrungen in einer der größten Munitionsfabriken und führt nach einer allgemeinen Besprechung der Vorteile des elektrischen Betriebes folgendes aus:

Eine empfehlenswerte Maschineneinheit ist die Drehstrom-Dampfturbine von 2000 kW für 60 Per und 2300 V, während die Verteilungsspannung zweckmäßigerweise mit 440 V für Kraft und 110 V für Licht gewählt werden soll. Für jede Maschinengruppe sollen an Stelle eines einzigen großen Motors zwei oder mehrere kleinere Motoren vorgesehen werden, um einen möglichst günstigen Leistungsfaktor zu erhalten. Für Maschinen mit gleichbleibender Umdrehungszahl, wie Lüfter, sollen Synchronmotoren gewählt werden. Für die Beleuchtung sind durchweg Glühlampen zu verwenden u. zw. solche von 60 und 100 Watt für die Allgemeinbeleuchtung und von 25 und 60 Watt für Einzelbeleuchtung. An den Maschinen sind Betriebsanweisungen anzubringen. Die Motoren und die gesamte Anlage müssen aufmerksam gewartet und bedient werden. *T.*

Verschiedenes.

Annahme von Kriegsanleihe an Zahlungsstatt.

Zu der letzthin auch im Hauptausschuß des Reichstags erörterten Frage der unmittelbaren Verwendung von Kriegsanleihestücken zur Zahlungsleistung ist, wie „W.T.B." mitteilt, soeben eine Entscheidung ergangen, die im Hinblick auf die bevorstehende Zeichnung der 8. Kriegsanleihe für alle Besitzer von Kriegsanleihe besondere Bedeutung gewinnt. Der Staatssekretär des Reichsschatzamts hat im Einvernehmen mit der Heeres- und Marineverwaltung bestimmt, daß bei der Demobilmachung für alle Bestände, die zur Abgabe an die Bevölkerung frei werden, Kriegsanleihe vorzugsweise zur Zahlung angenommen werden soll. Es handelt sich dabei um Werte von vielen Milliarden, da die Vorschrift auf eine gewaltige Menge verschiedenartigster, für die Volkswirtschaft notwendiger Güter Anwendung findet; insbesondere auf Pferde, Fahrzeuge und Geschirre; Feldbahngerät und Kraftfahrzeuge, Futtermittel und sonstige Vorräte, landwirtschaftliche Maschinen und Geräte, Fabrikeinrichtungen mit allem Zubehör, Baumaterialien aus Eisen, Stahl, Holz usw. sowie Webstoffe und Rohstoffe aller Art. Die Bevorzugung der Besitzer von Kriegsanleihen bei den Verkäufen und Versteigerungen ist doppelter Natur: Einmal wird die Kriegsanleihe zum vollen Nennwerte, also gegenüber dem jetzigen Ausgabekurs mit einem Nutzen von 2% in Zahlung genommen, ferner aber werden Käufer, die Bezahlung in Kriegsanleihe anbieten, bei sonst gleichen Geboten in erster Linie berücksichtigt. Man muß anerkennen, daß in dieser Regelung eine wesentliche Sicherung für die alten Anleihebesitzer sowie ein kräftiges und gesundes Werbemittel für die aufliegende 8. Kriegsanleihe besteht. Bemerkt sei noch, daß neben den 5% verzinslichen Schuldverschreibungen auch die 4½% auslosbaren Schatzanweisungen in gleicher Weise in Zahlung gegeben werden können.

Wiedereinführung der Sommerzeit.[1])

Laut Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 7. III. 1918 hat der Bundesrat verordnet, daß in diesem Jahre vom 15. Apr., vorm. 2 Uhr, bis zum 16. Sept., vorm. 3 Uhr, als gesetzliche Zeit in Deutschland die mittlere Sonnenzeit des 30. Längengrades östlich von Greenwich (Sommerzeit) gilt. Die Uhren sind daher an dem erstgenannten Tage um eine Stunde vor- und am letztgenannten um eine Stunde zurückzustellen.

Der Schweizerische Elektrotechnische Verein und seine Organe.

Der Schweizerische Elektrotechnische Verein gibt in seinem soeben erschienenen Jahreshefte (Heft 13, 1918, des „Bulletin des S.E.V.", Fachschriften-Verlag und Buchdruckerei A. G., Zürich) eine Zusammenstellung der unter seiner Führung stehenden Vereine, Verbände und Kommissionen, sowie der Amtsstellen für elektrotechnische Angelegenheiten und der Unterrichtsstätten heraus; auch Verzeichnisse der Mitglieder des Vereins sowie des Verbandes der Schweizerischen Elektrizitätswerke und der Prüfanstalten des S.E.V. sind beigefügt.

Es werden zunächst Vorstand und Kommissionen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke sowie die Glühlampen-Einkaufsvereinigung (G.E.V.) des letzteren und das Personal der Technischen Prüfanstalten des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins aufgeführt.

Dann folgt eine Aufzählung der Schweizerischen Amtsstellen für elektrotechnische Angelegenheiten, bestehend aus dem Post- und Eisenbahndepartement, dem Finanzdepartement (Eidgenössische Maß- und Gewichtskommission), Departement des Innern (Eidgenössische Wasserwirtschafts-Kommission), Justiz- und Polizeidepartement (Amt für geistiges Eigentum), Volkswirtschaftsdepartement, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt in Luzern und den Schweizerischen Bundesbahnen (Abteilung für die Einführung der elektrischen Zugförderung).

Schließlich werden die kantonalen und regionalen Amtsstellen, nämlich die höheren und mittleren elektrotechnischen Unterrichtsstätten (Universitäten und Technische Mittelschulen) aufgeführt.

Im Hinblick auf die zwischen der deutschen und der schweizerischen Elektrotechnik bestehenden regen Beziehungen sei darauf hingewiesen, wie wertvoll es wäre, wenn für die deutsche Elektrotechnik ein ähnliches Werk geschaffen würde. Freilich ließen sich die betreffenden, für die deutsche Gesamtelektrotechnik geltenden Angaben

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 126.

Digitized by Google

nicht, wie für die Schweiz, einschließlich der Mitgliederverzeichnisse auf 68 Seiten unterbringen. Wir glauben jedoch, daß die umfangreichere Arbeit eine lohnende wäre. Falls wir auf die Unterstützung aller in Deutschland bestehenden Vereinigungen und Dienststellen rechnen können, wären wir bereit, die Arbeit durchzuführen.

Wir bitten daher die berufenen Stellen, ihre Ansicht hierüber, sowie etwaige Vorschläge für die Bearbeitung durch eine Zuschrift an die Schriftleitung dieses Blattes oder an die unterzeichnete Geschäftsstelle kundgeben zu wollen.

Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung e. V.
Berlin W. 57, Potsdamer Str. 68.
Dr. Thierbach.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Amt Kurfürst, Nr. 9820, zu richten.)

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 18. XII. 1917.[1])

Diskussion zum Vortrag des Herrn Univ.-Prof. Dr. med. H. Boruttau:

„Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage.[2])

(Schluß von S. 131.)

Herr **Boruttau**: Wenn ich im Anschluß an die Worte und vorhergehenden Bemerkungen des Herrn Alvensleben und die so freundlichen und dankenswerten Worte des Herrn Prof. Kloß noch ein paar Bemerkungen anknüpfen darf, so betreffen sie eben die Frage nach zu schaffenden Einrichtungen. Es ist ja auf dem Gebiet der Berührungspunkte zwischen Elektrotechnik und Medizin schon viel gearbeitet worden, auch an physiologischen Instituten, aber es gibt doch wohl an sich eine ganze Menge von Aufgaben, die nicht gut oder wenigstens nicht allein von diesen Instituten gelöst werden können, die z. T. Instituten für experimentelle Pathologie, die in Deutschland immer noch ganz fehlen, zufallen würden. Es ist die Dozentur für elektromedizinische Apparate erwähnt worden, die den Medizinern Gelegenheit geben soll, die technischen Kenntnisse zu erwerben, die für richtige Handhabung der Instrumente erforderlich sind. Es kommt noch dazu der Wunsch der Techniker, von den Ärzten über Elektropathologie bessere und sichere Aufklärung zu erhalten, als das bisher möglich war, und manches andere. In diesem Sinne habe ich bereits vor 2 Jahren zunächst handschriftlich ein kleines Memorial aufgesetzt, welches Anregungen gibt in bezug auf die etwa wünschenswerte Errichtung einer Stelle, später eventuell eines Forschungsinstituts für alle Aufgaben, welche den Zusammenhang zwischen Medizin und Elektrotechnik angehen, und ich habe es einigen wenigen Herren überreicht. Ich gedenke vorläufig im Anschluß an die Forschungen zur Wiederbelebung des flimmernden Herzens, zur Rettung elektrisch Verunglückter von der Industrie Mittel zu erbitten, auf der anderen Seite gedenke ich jenes damals nur wenigen Interessenten überreichte Memoriale zu erweitern zu einer ausführlichen Denkschrift über eine derartige notwendige Institution, die sich allmählich größer aufbaut, und ich beabsichtige diese Denkschrift als Manuskript drucken zu lassen.

Herr **Schüler** (schriftlicher Nachtrag vom 28. XII. 1917): Der Herr Vortragende hat uns gezeigt, daß der Tod bei elektrischen Unfällen wahrscheinlich in den meisten Fällen durch Herzflimmern herbeigeführt wird. Er hat diese Tatsache durch Tierversuche und durch die Statistik erwiesen, ist jedoch nicht näher auf die Gründe eingegangen, durch die die mit „Herzflimmern" bezeichnete Erscheinung herbeigeführt wird. Ich bin nun durch eine vom Vortragenden gezeigte Abbildung auf eine Vermutung gebracht worden, von der ich nachträglich hierdurch Kenntnis geben möchte.

Wie die Abbildung zeigt, entsteht bei jeder Kontraktion und Expansion des Herzens ein elektrischer Strom, der durch den Kardiographen nachgewiesen werden kann. Ich weiß nicht, ob die Ärzte sich über die Entstehungsweise und Wirkung dieser elektrischen Ströme im Klaren sind. Ich vermute, daß es sich hier um Ströme handelt, die vom Zentralnervensystem ausgehen und die Herzmuskeln zum Ansprechen bringen, ähnlich wie ja auch die übrigen Muskeln durch die ihnen vom Gehirn aus durch die Nerven zugeführten elektrischen Ströme zum Ansprechen gebracht werden. Ich denke mir die Sache also so, daß im Gehirn (oder an einer anderen Stelle) eine Art von Kontaktapparat vorhanden ist, der in regelmäßigen Intervallen Stromimpulse zum Herzen sendet, wodurch dieses zu seinen rhythmischen Bewegungen veranlaßt wird. Es ist nun leicht erklärlich, daß durch Überlagerung von Fremdströmen diese „Steuerströme" gestört werden können und das Herz hierdurch „außer Tritt" gebracht werden kann. Der Fall läge dann ganz ähnlich, wie bei einem Synchronmotor, der durch eine kurzzeitige Stromunterbrechung außer Tritt gebracht worden ist. Auch ein solcher Synchronmotor führt dann beim Wiedereinsetzen der regelmäßigen Stromimpulse Zuckungen aus, die mit dem Herzflimmern, wie es uns der Herr Vortragende gezeigt hat, eine gewisse Ähnlichkeit besitzen. Ein kleiner Motor wird unter Umständen von selbst wieder in Tritt kommen, bei einem großen ist dies jedoch ausgeschlossen. Also auch hier eine gewisse Analogie zwischen dem kleinen Herzen der Frösche und Mäuse und dem großen Herzen der größeren Säugetiere. Auch die Benutzung eines Hilfsstromimpulses zur Wiederbetätigung des Herzens scheint die Vermutung zu bestätigen.

Vielleicht würde es möglich sein, durch Tierversuche mehr Licht in diese Vorgänge zu bringen. Wenn sich meine Vermutung bestätigen sollte, so erscheint es mir aussichtsreich, Wiederbelebungsversuche in der Weise anzustellen, daß dem Herzen Stromimpulse mit einer dem natürlichen Rhythmus entsprechenden Frequenz zugeführt werden. Die Ärzte müßten dann allerdings noch feststellen, welche Größenordnung diese Ströme haben müßten, und welchen Stellen des Körpers sie zweckmäßig zugeführt werden.

Herr **Boruttau** (zu den Bemerkungen von Herrn L. Schüler): Zu den als Betrachtungen eines Nichtbiologen über biologische Vorgänge vom physikalisch-technischen Gesichtspunkte aus höchst beachtenswerten Äußerungen des Herrn Schüler wäre zunächst zu bemerken,

Zeichnet die VIII. Kriegsanleihe!

daß es sich beim Herzen nicht um eine eigentliche Expansion, sondern nur um Erschlaffung des Hohlmuskels handelt, der dann durch das nachströmende Blut gefüllt und erweitert wird (darüber ist unter den Physiologen gestritten worden!), und daß die Bedeutung des Elektrokardiogramms als zusammengesetzte Kurve lediglich der mit der Erregung der Muskelfasern verknüpften, durch das Meßinstrument sich abgleichenden Potentialänderungen („Aktionsströme") nach jahrzehntelanger Forschung jetzt völlig klargelegt ist. Mit dem Zentralnervensystem haben diese Ströme an sich gar nichts zu schaffen, sie treten auch am Herzen auf, welches, aus dem Körper herausgeschnitten „überlebend" weiter arbeitet: hierdurch unterscheidet sich eben das Herz von den übrigen Muskeln; es hat seinen Ausgangspunkt der Erregung in sich selbst („Automatie" des Herzens), von dem aus die Impulse rhythmisch durch ein besonderes Leitungssystem, dessen anatomische und funktionelle Eigenschaften in den letzten Jahrzehnten von zahlreichen Forschern aufs gründlichste studiert worden sind, den Herzabteilungen so zugeführt werden, daß sie eben wohlgeordnet und wirksam sich zusammenziehen, die Vorkammern abwechselnd mit den Kammern, die linken und rechten Abteilungen jeweils gleichzeitig. Was nun vorgeht, wenn an Stelle dieser „koordinierten Tätigkeit" das „Flimmern" auftritt, ist, wie ich im Vortrage erwähnt habe, von einer ganzen Reihe von Forschern untersucht worden, und diese Arbeiten werden weiter fortgeführt: sie lassen es bis jetzt in der Tat durchaus möglich erscheinen, daß es sich beim Flimmern durch elektrischen Strom um eine Art „Interferenzwirkung" des elektrischen Reizes auf die Vorgänge in dem „Steuerungsapparat" des Herzens handelt, wie ich dieses System ganz in dem von Herrn Schüler gebrauchten Bilde nennen kann, nur daß er im Herzen selbst und nicht außerhalb liegt; gerade die vom Gehirn zum Herzen gehenden „regulierenden Nerven" (Sympathicus und Vagus) dürften ihre im Vortrag erwähnten Wirkungen selbst durch eine Art Interferenz mit den Vorgängen im Steuerungssystem bzw. den Muskelfasern selbst hervorbringen. Auch daß das gesteuerte System eines großen Herzens schwerer wieder „in Tritt" kommen dürfte, als dasjenige eines kleinen, hat viel für sich (obwohl es wahrscheinlich die Große der Tiere nicht allein ist, die die betreffenden Unterschiede ausmacht), und in diesem Sinne hat der Vergleich mit großen und kleinen Synchronmotoren vieles belehrende, wofern nur, wie bei allen „Modellversuchen" und „Modellvorstellungen", die sich in der Physiologie als befruchtend erwiesen haben, man sich hütet, die Analogie weiter zu treiben, als es die grundsätzlich verschiedene und ungeheuer viel verwickeltere chemische und physikalische Konstitution und Struktur der lebenden Gebilde zuläßt! Der Gedanke nun, die gestörte Rhythmik durch rhythmische elektrische Impulse wieder „in Tritt" zu bringen, liegt um so näher, als schon seit Jahren von Laien wie Ärzten vielfach daran gedacht und an Mensch und Tier versucht worden ist, das stillstehende Herz durch rhythmische Elektrisierung wieder in Gang zu bringen. Aber im Lichte gerade der zielbewußten physiologischen Forschung bis auf Prévost, Battelli und andere neuere zeigt sich, daß die betreffenden Ströme, obwohl rhythmisch, doch entweder wirkungslos waren, oder aber gefährlich, da sie nach ihren Dimensionen gerade Herzflimmern beim noch rhythmisch schlagenden Herzen hervorrufen mußten. Zu diesen Versuchen gehören auch die von mir in der Diskussion im Anschluß an die Bemerkungen der Herren Müller und Gildemeister erwähnten Experimente des Frl. Robinowitch, welche die Leducschen unterbrochenen Gleichströme in der natürlichen Herztätigkeit entsprechender rhythmischer Folge angewendet hat und damit Wiederbelebungen sogar des durch Elektrisierung flimmernden Tierherzens erreicht haben will. Ich halte indessen nach meinen bisherigen Erfahrungen mit rhythmischer Elektrisierung zum Rettungsbehufe die von ihr angewendeten Spannungen und Stromstärken für ungeeignet bzw. ungenügend und werde in meinen weiteren Versuchen, zu denen ich Mittel erbitten werde, die rhythmische und nichtrhythmische Elektrisierung in allen Frequenzen mit Strömen aller möglichen Spannungen, Intensitäten, Schwankungsverläufe usw. durchzuprobieren haben, also im wesentlichen das, was Herrn Schüler vorschwebt, und noch viel mehr!

Herr **Dr. W. Nixdorf** (brieflich vom 6. I. 1918): Zu dem Vortrag des Herrn Prof. Dr. Boruttau möchte ich im Folgenden etwas näher auf den Widerstand des menschlichen Körpers eingehen. Es sind ja bereits an mehreren Stellen hierüber Untersuchungen angestellt worden, z. B. verweise ich auf die Arbeiten von Prof. Dr. Gildemeister, „Pflüg. Arch." 1915, Bd. 162 und auf die med. Dissert. von Aebly, Zürich 1910. Und in ganz neuester Zeit auf den Aufsatz: „Über den Gleichstromwiderstand des Menschen und seine Änderung bei Krankheiten", von Prof. Dr. Brandenburg, „Mediz. klin. Wochenschrift" 1917, Nr. 48.

Ich selbst hatte Gelegenheit, den Versuchen in neuester Zeit, die Herr Prof. Dr. Brandenburg im Rudolf-Virchow-Krankenhaus leitete, beizuwohnen; es wurden dabei ganz auffallende Änderungen des Leitungswiderstandes beim Menschen bei Krankheitserscheinungen beobachtet. Eine Methode bildete sich dadurch im Laufe der Jahre heraus, mit der man jetzt ein Mittel in Händen hat, die Diagnose des Arztes zu kontrollieren, ja sogar Simulanten zu entlarven, usw. Es ist von größter Wichtigkeit für den Leitungswiderstand des menschlichen Körpers, zu wissen, welche Spannung und welche Stromart durch den Körper fließt. Ich habe beobachtet, daß der Widerstand des Menschen bei Gleichstrom stets höher ist als bei Wechselstrom. Die Messungen, die Herr Prof. Dr. Brandenburg mit mir zusammen ausführte, zeigten einen Widerstand, von Arm zu Arm gemessen, von ungefähr 1100 Ω und, von Bein zu Bein gemessen, von ungefähr 1400 Ω für Gleichstrom bei einem gesunden Menschen. Mit Wechselstrom gemessen, wurde der Widerstand bei derselben Person von Arm zu Arm zu 230 Ω und von Bein zu Bein zu 350 Ω gefunden. Der Meßstrom war 1 mA bei der Gleichstrommessung und 1 mV. Bemerkt sei noch, daß eine besondere Meßmethode und eine besondere Meßapparatur zu diesen Versuchen benutzt wurde, um sämtliche schädlichen Nebenerscheinungen, wie Kapazität, Selbstinduktion, Polarisation usw. von vornherein auszuschalten.

Welchen Weg der Strom nimmt, ist für den Widerstand fast ohne Bedeutung, da der Widerstand nicht von der Länge des Leitungsflusses im Körper abhängt. Ob der Strom durch das Herz fließt oder nicht, ist ebenfalls für den Widerstand ohne große Beeinflussung. Bei höheren Meßspannungen und Stromstärken, als oben angegeben, ändert sich der Widerstand merklich. Der vom Herzen selbst erzeugte Strom wurde gemessen zu 1 mV und 1 mA; deshalb wurden auch die Meßströme anfangs in dieser Höhe beibehalten, später jedoch wurden auch andere Spannungen verwendet. Ganz besonders hervorheben möchte ich, daß nicht

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 30.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 81. 91.

Digitized by Google

mit Plattenelektroden gemessen wurde, der zu messende Mensch taucht vielmehr seine Arme und Beine in getrennte, mit Salzwasser, von bestimmter Temperatur, gefüllte Behälter, und durch unpolarisierbare Elektroden fließt der Strom durch das Wasser und den menschlichen Körper. Herr Prof. Boruttau ist der Meinung, daß man das Kirchhoffsche Gesetz der Stromverzweigung auch beim menschlichen Körper anwenden kann; hierzu kann ich aber mitteilen, daß mir dies bei den vielen angestellten Versuchen an menschlichen Körpern bisher noch nicht gelungen ist, und meines Erachtens kann dieses Gesetz hierbei keine Anwendung finden. Ich kann leider des Raumes wegen hierauf nicht näher eingehen, vielleicht bietet sich einmal Gelegenheit, in einem Vortrag hierüber zu sprechen. Die Versuche von Herrn Dr. Jellinek sind weit überholt durch die neuesten Versuche des Herrn Prof. Dr. Brandenburg, und man kann auf diese ersteren nicht mehr fest bauen. Ich fand bei meinen Versuchen, daß der Widerstand beim Menschen größer wird, sobald der Mensch Angst vor der Messung hat, denn, wenn sich der Patient dann beruhigte, sah man, daß der Widerstand bedeutend (um mehrere hundert Ohm) fiel. (Nur bei Gleichstrom.) Folgendes Beispiel veranschaulicht so eine Messung:

Eine 60-jährige Frau, seit 30 Jahren Asthmaanfälle bei chronischer Bronchiolitis, hatte zwischen Arm zu Arm 1700 Ω und zwischen Bein zu Bein 1500 Ω bei Gleichstrom, ferner zwischen Arm zu Arm 250 Ω und zwischen Bein zu Bein 410 Ω bei Wechselstrom. Diese Frau wurde nach etwa ½5 min nochmals gemessen (als sie sich beruhigt hatte), und ich fand zwischen Arm zu Arm 1000 Ω und zwischen Bein zu Bein 1200 Ω bei Gleichstrom, ferner bei Wechselstrom dieselben Meßwerte wie oben. Jede Krankheit ändert den Widerstand, und meines Erachtens kann dieser Umstand eine wichtige Rolle beim elektrischen Tod (durch Unglücksfall) spielen. Ich fand auch, daß der Widerstand des menschlichen Körpers nicht immer geringer wird, wenn der Mensch schwitzt, sondern sogar das Gegenteil konnte beobachtet werden. Patienten, die schwitzten, hatten mitunter höhere Widerstände als vorher, wo sie nicht schwitzten. Dies zeigt, daß man eben, so ohne weiteres die Stromverzweigungsgesetze auf den menschlichen Körper nicht anwenden kann; die Meßresultate bei den verschiedenen Krankheitsfällen kann ich hier leider des Platzes wegen nicht aufzählen, sie würden aber sicher wichtige Anhaltspunkte für die Beurteilung des Widerstandes bieten. Da ich aber die Versuche mit Herrn Prof. Dr. Brandenburg noch weiterführe, hoffe ich später noch ausführlicher darauf zurückzukommen.

Herr **Boruttau** (zu den Bemerkungen des Herrn Dr. Nixdorf): Daß die Änderung des Körperwiderstandes in Krankheiten auch für das Zustandekommen des Todes im elektrischen Unfall von großer Bedeutung sein kann, habe ich selbst in meinem Vortrag und auch an anderer Stelle, gelegentlich der Todesfälle durch therapeutische Elektrisierung, ausdrücklich betont. Jedenfalls sind auch in diesem Sinne die Versuche der Kollegen Brandenburg und Nixdorf hochinteressant, und erfolgt hoffentlich bald die ausführliche Veröffentlichung der Ergebnisse und der Einzelheiten der Methodik. An den vorstehenden Bemerkungen fällt mir auf, daß „der vom Herzen selbst erzeugte Strom zu 1 mV und 1 mA gemessen" worden sei. Das würde doch erstens einem Widerstand von nur 1 Ω entsprechen; ferner aber ist der zeitliche Ablauf des Herzaktionsstromes so verwickelt und individuell verschieden, daß von der Messung einer mittleren Intensität wie beim (sinusoidalen) Wechselstrom, der zur Widerstandsmessung benutzt wird, doch kaum die Rede sein kann. Ferner mag ja durch physiologische und pathologische Vorgänge der Widerstand der einzelnen Organe stark beeinflußt werden; an der rein physikalischen Gültigkeit der Kirchhoffschen Verzweigungsgesetze kann das aber nichts ändern, — nur wird es schwer oder unmöglich, „sie ohne weiteres anzuwenden", — darin gebe ich dem Herrn Dr. Nixdorf Recht.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

C. Tissot †. In Paris starb kürzlich Prof. Dr. C. Tissot, Vorstand des Laboratoire central de la marine, Paris, im Alter von 49 Jahren. Der Verstorbene ist durch seine theoretischen und praktischen Arbeiten auf dem Gebiete der Funkentelegraphie und der elektrischen Schwingungen bekannt geworden.

Hochschulnachrichten. Dipl.-Ing. W. von Moellendorff, ehemal. Vorstand des Laboratoriums für Metalluntersuchungen des Kabelwerkes Oberspree der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und nachmaliger Dezernent des Metallbetriebes daselbst, ist zum ordentlichen Professor der Nationalökonomie an der Technischen Hochschule zu Hannover berufen worden. Von Moellendorff ist z. Zt. in der Kriegswirtschaft in beratender Stelle tätig. Er wurde 1881 geboren, bestand 1906 an der Technischen Hochschule zu Berlin die Diplomhauptprüfung für Maschineningenieure. Er veröffentlichte eine Reihe von Aufsätzen, besonders auf den Gebieten der Metallographie, der Metallwirtschaft (Kupfer und Aluminium), der Menschenökonomie und der durch den Krieg verursachten Wirtschaftsreform. Von v. Moellendorff stammt auch bekanntlich die erste Anregung zur militärischen Rohstoffbewirtschaftung in diesem Kriege.

F. Hencke. Für die neugegründete Stelle eines technischen Beigeordneten der Stadt Remscheid wurde Dipl.-Ing. Franz Hencke, bisher Direktor des städtischen Elektrizitätswerkes und der Überlandzentrale Görlitz, gewählt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Käfigwicklung bei Drehstrommotoren.

Ich erfahre soeben aus der „ETZ" 1918 S. 91, daß in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins vom 29. 1. 1918 im Vortrage des Herrn Dr. RÜDENBERG die Anordnung von zwei Käfigwicklungen in verschiedenen Tiefen im Eisen bei asynchronen Drehstrommotoren Herrn Boucherot zugeschrieben wird. Dieses ist unrichtig. Solche Anker sind von mir schon 1892 in der „A.E.G." gebaut und in sehr großer Stückzahl ausgeführt worden. Es sind noch heute einige dieser Typen in verschiedenen Betrieben zu finden. Ich verweise auf die „ETZ" 1893, wo auf S. 183 in den Abb. 13 und 14 solche Motoren dargestellt sind. Man sieht dort ganz deutlich die betreffenden 2 Käfigwicklungen! Es ist damals allerdings kein besonderer Hinweis auf die Anlaufswirkung dieser Anordnung veröffentlicht worden, u. zw. aus damals geltenden Konkurrenzgründen. Als gegen Mitte der 90er Jahre der Bau dieser Typen aufgegeben worden ist, bestand abermals kein Grund, einen Aufsatz darüber zu schreiben. Beim Entwurf solcher Doppelwicklung ließ ich mich von genau gleichen Grundsätzen leiten, wie sie heute diskutiert werden, indem die äußere Käfigwicklung mehr Widerstand (Schlupf) als die innere hatte, um den Anlauf zu erleichtern. Die Verschlechterung des Leistungsfaktors beim Vollauf wurde auch schon damals festgestellt, doch wurde die Dimensionierung der Wicklungen nach einem Kompromiß zwischen beiden Anforderungen durchgeführt, so daß der Leistungsfaktor sich nur ganz wenig verschlechterte, während das Anlaufen merklich verbessert wurde.

Ich betrachtete die Angelegenheit später als eine ziemlich unbedeutende Episode aus der Entwicklung des Drehstromes, und hielt sie daher in meinem 1916 in Frankfurt gehaltenen Rückblick („ETZ" 1917, S. 341, 354, 366, 376) für nicht erwähnenswert. Jetzt aber, da die Sache nach 25 Jahren einem Anderen zugeschrieben wird, muß ich die Richtigstellung doch wünschen.

Berlin, 5. III. 1918.

Dr. M. Dolivo-Dobrowolsky.

LITERATUR.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Die Rechtskunde des Ingenieurs. Ein Handbuch für Technik, Industrie und Handel. Von Dr. R. Blum. 2. verbesserte Auflage. XIX und 907 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 16 M.

Sonderabdrucke.

W. Stern. Psychische Berufseignung. Leitgedanken über ihre Berücksichtigung und Feststellung in Wirtschaftsleben und Schule. „Zeitschrift für Pädagogische Psychologie".

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Oesterreichische Brown Boveri Werke A.G., Wien.[1]) Nach dem Bericht über das am 30. VI. 1917 abgelaufene Geschäftsjahr hat die Gesellschaft sämtliche Aktien der Vereinigten Elektrizitäts- und Maschinenfabrik A.G., Budapest, einer Tochtergründung der Vereinigten Elektrizitäts-A.G., die seit jeher zu ihr in enger Beziehung stand, erworben.

Einem Rohgewinn von 3,233 Mill. K (2,310 i.V.) stehen Geschäftsunkosten und Steuern von 2,220 Mill. K (2,059 i.V.) gegenüber. Nach Abzug von Abschreibungen in Höhe von 0,269 Mill. K (0,241 i.V.) und des Vortrages 1916 von 0,011 Mill. K verbleibt ein Reingewinn von 0,744 Mill. K (0,770 i.V.). Davon werden 0,048 Mill. K (0 i.V.) dem Reservefonds und 0,028 Mill. K (0 i.V.) für den Verwaltungsrat verwendet. Die Dividende wurde mit 6% auf 0,510 Mill. K bemessen, der Rest von 0,168 Mill. K auf neue Rechnung vorgetragen.

Die Bilanz schließt mit 17,454 Mill. K (9,298 i.V.) ab. Schuldnern mit 5,210 Mill. K (3,681 i.V.) stehen Gläubiger mit 7,722 Mill. K (4,235 i.V.) gegenüber. Die Fabrik einschließlich der Grundstücke, Gebäude, Maschinen, Werkzeuge usw. ist mit 1,595 Mill. K (1,660 i.V.) bewertet. Vorräte einschl. der halbfertigen Maschinen und Anlagen stehen mit 8,669 Mill. K (3,264 i.V.) zu Buch. Der Barbestand einschließlich Kautionen und Effekten beträgt 1,980 Mill. K (0,683 i.V.). *Hgn.*

Dividenden. Faradit-Isolierrohrwerke Max Haas, A. G., Reichenhain b. Chemnitz: 30% (15 i. V.) auf 1,5 Mill. M.

Firmenverzeichnis.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H, Klein-Ellguth (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Groß-Commerowe, Kr. Trebnitz (Haftsumme: 400 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Groß-Hammer, Kr. Trebnitz (Haftsumme: 400 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100) — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Kl. Mokratz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Lech-Elektrizitätswerke A.G., Augsburg: um 6 auf 18 Mill. M. — A.G. Überlandzentrale Stolp: Stolp: um 1 auf 4,750 Mill. M. — Leitungsbau-Gesellschaft für elektrische Unternehmungen m. b. H., Mannheim: um 80 000 auf 100 000 M. — Lloyd-Dynamowerke A. G., Bremen: um 1 auf 2,5 Mill. M.

Türkei. In Konia ist eine osmanische Elektrizitäts-A.G. mit einem Kapital von 0,5 Mill. türk. Pfd. gegründet worden. Die Gesellschaft wird elektrische Beleuchtung einführen, Fabriken einrichten und die Straßenbahn betreiben.

Verschiedene Nachrichten

Brennstofferzeugung in den Vereinigten Staaten. „Engineering a. Mining Journal" macht über die Kohlen- und Petroleumförderung sowie über die Kokserzeugung in den Jahren 1914 bis 1916 folgende Angaben:

		1914	1915	1916
Anthrazit . . .	Mill. t	82,4	80,6	80,3
Steinkohle . . .	„	384	392	462
Koks	„	31,4	37,7	49,3
Petroleum . . .	Mill. hl	505	534	555

[1]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 128.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Bau großer Überlandnetze" von H. Roth, „ETZ" 1918, ist auf S. 115, Spalte 1, oben, ein Druckfehler stehengeblieben. Das Integral muß lauten:

$$\int_0^r \int_0^{\pi/2} \varrho \, d\varrho \, d\varphi \cdot \varrho = \frac{r^3}{6} \pi = c_1' \cdot r^3.$$

Abschluß des Heftes: 29. März 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 11. April 1918.** **Heft 15.**

Neuere Schaltanlagen.

Von **Heinrich Probst**, Berlin.

Übersicht. Bei größeren Hochspannungs-Schaltanlagen wurden in den letzten Jahren die Hochspannungsapparate fast durchweg in mehreren Stockwerken untergebracht. Jetzt begnügt man sich aber nicht mehr damit, die Stromwandler, Ölschalter und Sammelschienen in getrennten Räumen unterzubringen, nein, die Trennschalter und Sammelschienen erhalten sogar je ein besonderes Stockwerk. Es scheint demnach die Ansicht Platz zu greifen, als ob die Sicherheit einer Schaltanlage proportional mit der Zahl der übereinander liegenden Räume wachsen müsse. Diese Anschauung darf aber besonders in der Kriegszeit keine Verbreitung finden, weil nicht allein mit den elektrischen Apparaten, sondern auch mit dem Baumaterial für Schalthäuser sparsam umgegangen werden muß. Deshalb soll der Leser im nachstehenden mit zweistöckigen Schalthäusern kurz bekannt gemacht werden, die während des Krieges errichtet und in Betrieb genommen wurden.

Wer die Hochspannungs-Schaltanlagen vom Standpunkt des Betriebspersonals aus betrachtet, das auf eine gefahrlose Überwachung der Schaltapparate besonderen Wert legen muß, kommt zu der Überzeugung, daß die ausfahrbaren Schaltfelder immer noch ihre Vorteile besitzen. Man braucht z. B. bei dem Schaltwagensystem bei der Kontrolle eines Ölschalters, eines Strom- oder Spannungstransformators nicht erst zu überlegen, ob dieser oder jener Trennschalter geöffnet ist oder ob noch durch irgend eine Meßleitung Hochspannung zugeführt wird, die dem Betriebspersonal Schaden zufügen kann.

Auch in Amerika scheint diese Auffassung Platz zu greifen, weil die neuesten Zeitschriften Abbildungen von Schaltwagen unter dem Namen „Safety-first-truck-switchboard" bringen. Die späte Einführung dieser Konstruktion in Nordamerika fällt auf, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die ausfahrbaren Schaltfelder von Klingenberg schon vor mehr als einem Dezennium für das von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft (A.E.G.) gebaute Kraftwerk in Habana entwickelt wurden. In England hingegen hat man in den letzten Jahren schon häufiger von dem Schaltwagensystem Gebrauch gemacht und auch das gußeiserne Schaltmaterial, das von der Voigt & Häffner A. G. zuerst geliefert wurde, viel häufiger benutzt als dies in Amerika üblich war. Diese Tatsache paßt schlecht zu der maßlos ungünstigen Kritik der deutschen Technik, welche in der letzten Zeit in den englischen Fachzeitschriften immer häufiger erscheint. Die ausfahrbaren Schaltfelder lassen sich bei den Schaltanlagen, bei denen hohe Spannungen oder große Stromstärken in Frage kommen, nicht verwenden, weil die Außendimensionen der Apparate dies nicht zulassen. Aus diesem Grunde werden die jetzt gebräuchlichen Schaltfelder, bei denen die Apparate fest montiert sind, auch weiterhin ihren Platz behaupten. Nach Einführung der Richtlinien für Hochspannungsapparate weist das Hochspannungsmaterial für Anlagen mäßiger Größe und Spannungen keine nennenswerten Unterschiede mehr auf. Das gleiche läßt sich auch von dem Aufbau der Hochspannungs-Schaltanlagen behaupten. Wer z. B. die Veröffentlichungen des Herrn Steiner in der „ETZ" 1916, S. 537, mit dem Aufbau der von der A.E.G. vor 5 Jahren errichteten Schalthäuser für das Elektrizitätswerk Hattingen, Bremen, oder auch mit den Photographien und Zeichnungen im Buche von Klingenberg „Bau großer Elektrizitätswerke" vergleicht, findet keinen Unterschied. Im Gegensatz zu diesem jetzt üblichen 3- oder 4-stöckigen Aufbau der Hochspannungs-Schaltanlagen soll der Leser mit den Schalthäusern

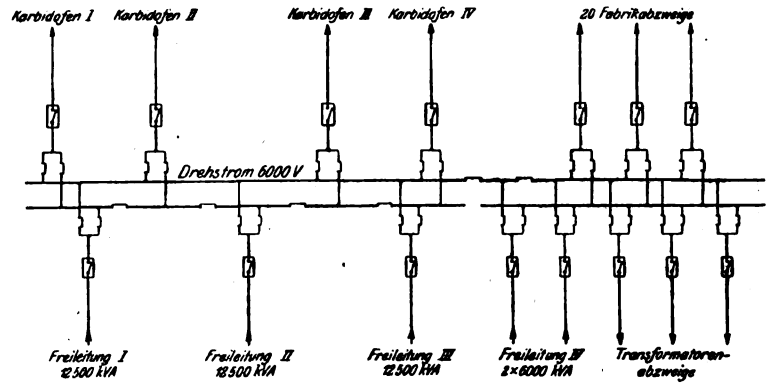


Abb. 1. Schaltbild der Reichsstickstoffwerke II.

der Reichsstickstoffwerke II und des Kraftwerkes Alt-Württemberg bekannt gemacht werden, weil bei diesen Anlagen der zweistöckige Aufbau zur Ausführung gelangte.

Als ein Gesetz für die Errichtung von Schaltanlagen in der Kriegszeit galt die Materialersparnis für den elektrischen und baulichen Teil sowie eine kurze Herstellungszeit. Für die von der A.E.G. errichtete Schaltanlage der Akt.-Ges. für Stickstoffdünger mußte aus lokalen Gründen die übliche vierstöckige Disposition gewählt werden, für die Stickstoffwerke II bzw. das Kraftwerk Alt-Württemberg hingegen lagen Grundstücksschwierigkeiten nicht vor. Für diese 3 letztgenannten Anlagen sowie auch für die 100 000 V-Anlage des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerks wurde ein zweistöckiger Aufbau gewählt, da er bauliche Ersparnisse mit sich brachte und die Übersichtlichkeit der Anlage erhöhte. Für die Schaltanlage der Stickstoffwerke II war eine dreimonatliche Herstellungszeit Bedingung. Das Schema dieser Anlage wurde der A.E.G. an einem Donnerstag überreicht. Am darauffolgenden Sonnabend erfolgte nach Abgabe des Preises die Bestellung, und der folgende Montag brachte die Stickstoffwerke bereits in den Besitz der Bauzeichnungen des Schalthauses, welches eine Grundfläche von 100 × 11 m aufweist. Den Strom für die Reichsstickstoffwerke II liefert ein vorhandenes Kraftwerk, u. zw. wie aus dem Schaltbild Abb. 1 hervorgeht, mittels 4 Freileitungen bei einer Betriebsspannung von 6000 V. Den Querschnitt des Schalthauses, soweit die Freileitungsfelder und Ofenstromkreise in Frage kommen, zeigt Abb. 2. Die Stromkreise für

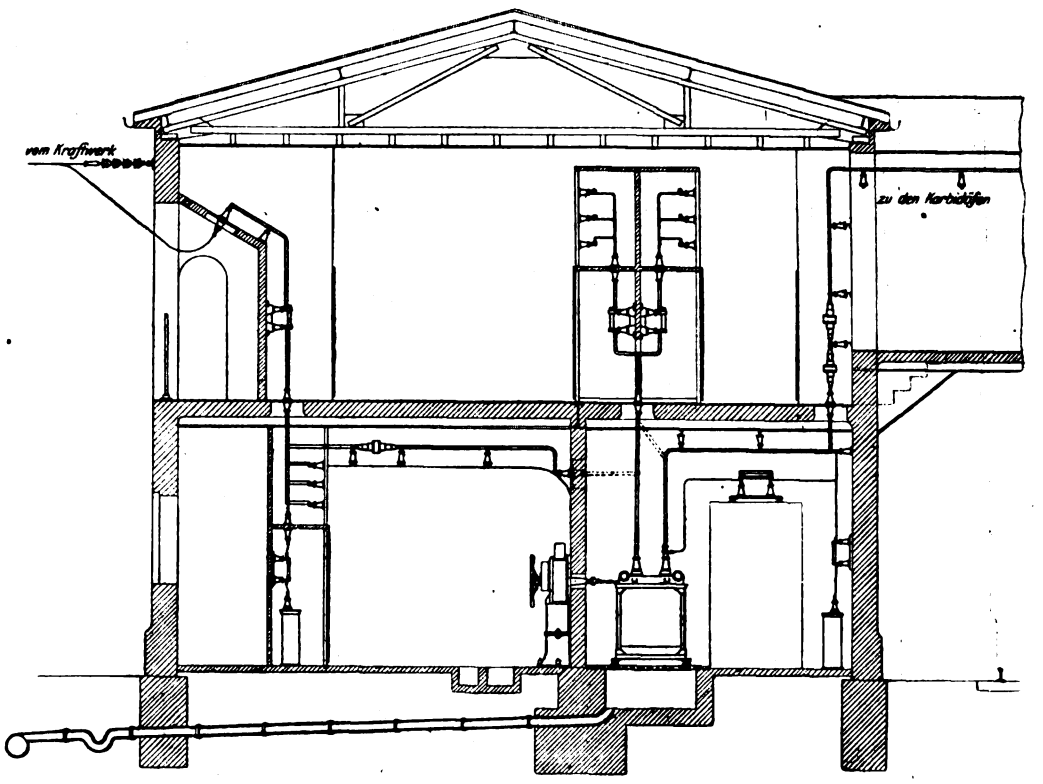


Abb. 2. Querschnitt durch das Schalthaus der Reichsstickstoffwerke II. Freileitungseinführung und Ofenschaltfeld.

Digitized by Google

die abgehenden Kabel sind durch den in Abb. 3 wiedergegebenen Schnitt dargestellt. Das Erdgeschoß dient demnach zur Aufnahme der erforderlichen Ölschalter sowie Strom- und Spannungstransformatoren. Das Dachgeschoß hingegen erhält die Freileitungseinführungen

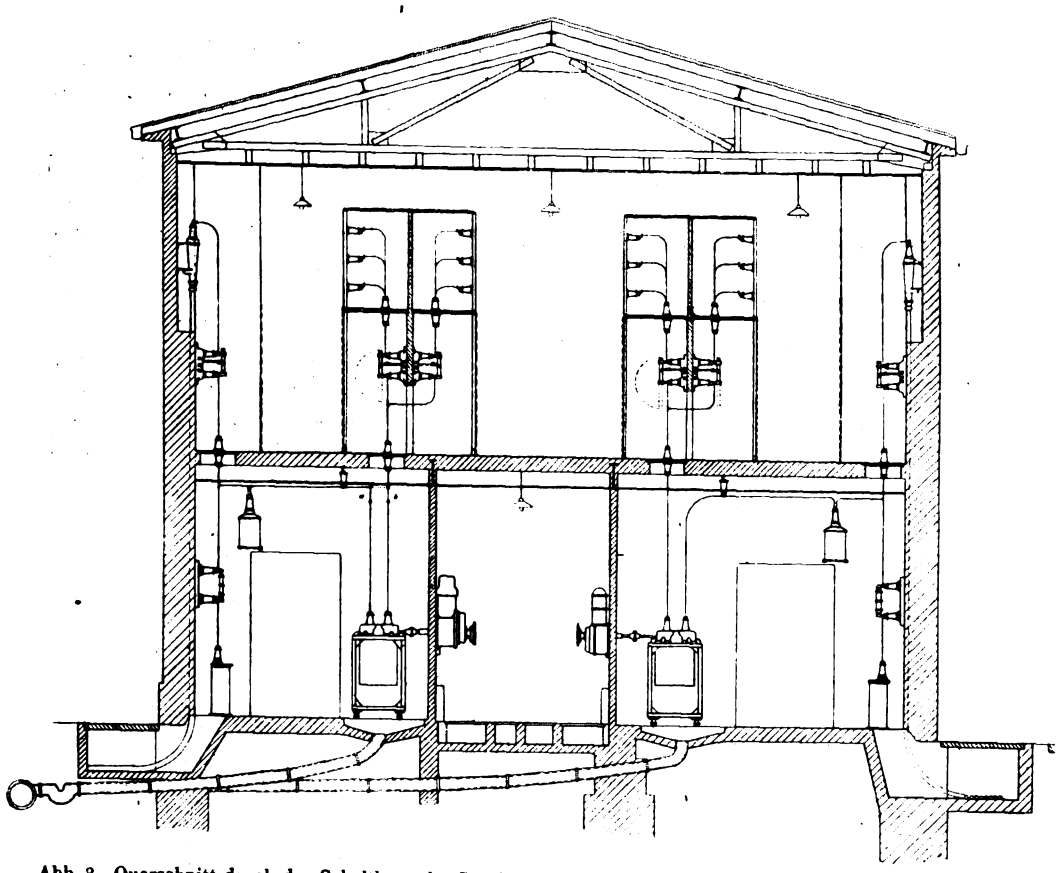


Abb. 3. Querschnitt durch das Schalthaus der Reichsstickstoffwerke II. Kabel- und Transformatorenschaltfeld.

sowie die Sammelschienen und Trennschalter. Eine Abweichung in dem Aufbau der Hochspannungsanlage, verglichen mit den bisher üblichen Anordnungen, besteht darin, daß auch die Trennschalter, welche die abgehenden Kabel vom Netz trennen, im Sammelschienenraum untergebracht sind. Im ersten Augenblick hat es den Anschein, als hätte diese Anordnung infolge der Hochführung der Kabel in den Sammelschienenraum eine Materialverschwendung zur Folge. Diese Annahme trifft bei genauer Betrachtung aber nicht zu, denn die mehrstöckige Anordnung erfordert das gleiche Leitungsmaterial, weil man sich auf dem zweistöckigen Bau noch zwei weitere Räume denken muß. Bei einer Verbreiterung des Gebäudes läßt sich die Anordnung auch so treffen, daß der Kabelendverschluß mit dem Trennschalter im Erdgeschoß montiert werden kann. Die baulichen Kosten übersteigen aber die Kosten des Leitungsmaterials und eine solche Anordnung bietet für das Betriebspersonal keine Vorteile. Wenn hierauf besonderer Wert gelegt wird, ließe sich auch leicht durch eine Verbreiterung des Gebäudes die Anordnung so treffen, daß die Ölschalter mit den Strom- und Spannungswandlern nicht in einer Zelle untergebracht werden. Bei den jetzt am meisten gebräuchlichen Anordnungen wurden die Kabelendverschlüsse mit den zugehörigen Trennschaltern in einem unter dem Ölschalterraum liegenden Stockwerk untergebracht. Die Leitungsführung bildete dadurch in senkrechter Richtung fast eine gerade Linie und erscheint in zeichnerischer Beziehung als die elegantere Lösung. In der Praxis gibt aber das Betriebspersonal der Anordnung in Stickstoffwerke II den Vorzug, weil bei Revisionen nicht so viel verschiedene Räume zu betreten sind.

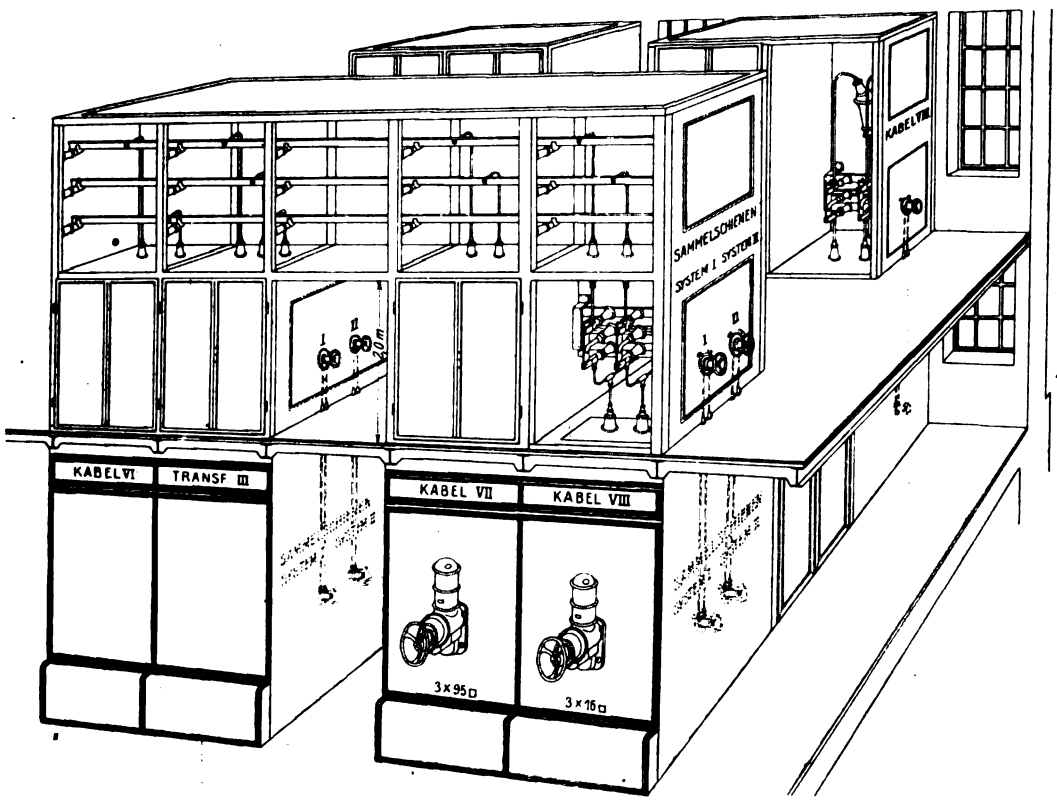


Abb. 4. Anordnung der Schaltfelder im Schalthaus der Reichsstickstoffwerke II.

Die oben geschilderte Anordnung der Kabeltrennschalter hat noch den Vorzug, daß die ausgeschalteten Messer nicht unter Spannung stehen. Die jetzt üblichen Dispositionen nehmen darauf keine Rücksicht, und darauf ist mancher Unglücksfall zurückzuführen. Das weniger eingearbeitete Personal nimmt nämlich unwillkürlich an, daß ein ausgeschaltetes Trennmesser keine Spannung mehr führen kann. Aus der Abb. 4 sowie aus der photographischen Aufnahme (Abb. 5) geht hervor,

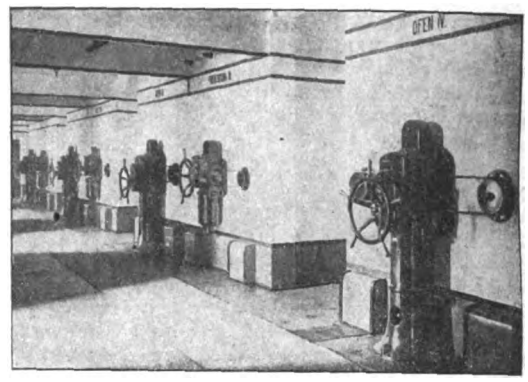


Abb. 5. Ölschalter-Fernantriebe im Erdgeschoß des Schalthauses.

daß immer je 2 Ölschalter durch einen Zwischengang unterbrochen werden. Der letztere gestattet den seitlichen Zugang zu den Ölschalterkammern und die Anbringung von Fenstern an der Längsfront des Gebäudes. Die beiden

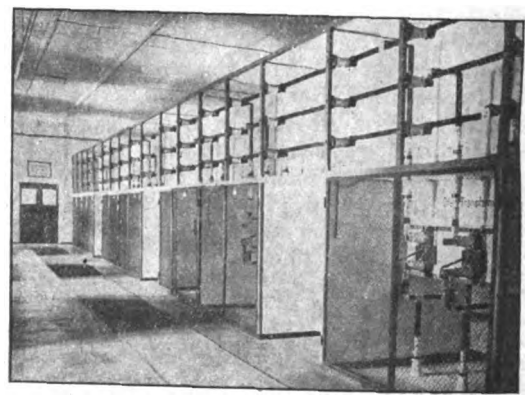


Abb. 6. Sammelschienengerüst im Dachgeschoß.

zu einem Block vereinigten Ölschalterkammern sind noch durch eine feuersichere Wand voneinander getrennt. Die zu einer Zelle gehörenden Meßleitungen werden nach der bekannten A.E.G.-Anordnung unterhalb des Fernschalt-

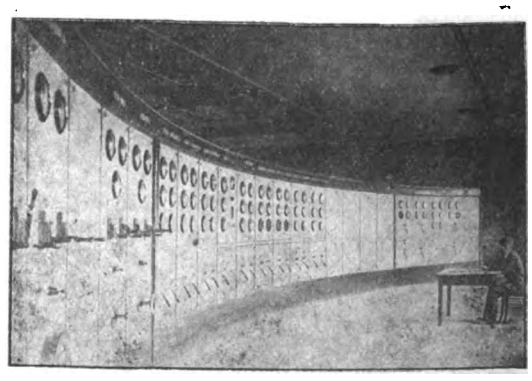


Abb. 7. Meßinstrumenten- und Betätigungstafel im Schalthaus der Reichsstickstoffwerke II.

magneten vereinigt und führen von hier aus als mehradrige Kabel zu einer Meßinstrumenten- und Betätigungsschalttafel, deren Ausführung Abb. 7 zeigt. Die im Dachgeschoß

Digitized by Google

verlegten Sammelschienen (Abb. 6) sind so hoch angeordnet daß zwischen je 2 Stromkreisen wieder ein Durchgang entsteht. Der letztere ermöglicht auch im Dachgeschoß die Anbringung von Fenstern an der Längsseite des Gebäudes und damit eine gute Beleuchtung des Sammelschienenraumes.

Die oben erwähnte Unterteilung der Felder bedingt ein etwas längeres Schalthaus, ermöglicht aber eine übersichtliche und leicht zugängliche Anordnung der zu einem Stromkreis gehörenden Trennschalter. Ein solcher Vorteil ist für das Betriebspersonal von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Vor der Kontrolle der Ölschalter, der Strom- und Spannungstransformatoren sowie der zugehörigen Meßleitungen ist man genötigt die an den Sammelschienen sitzenden sowie die in der Nähe des Kabels montierten Trennschalter zu öffnen. Der Schalttafelwärter denkt wohl daran, daß er die Trennschalter an den Sammelschienen ausschalten muß, um den Stromkreis spannungslos zu machen, aber die Öffnung des Kabeltrennschalters vergißt er leicht, sobald dieser in einem anderen Raum als der Sammelschienen-Trennschalter montiert ist. Derartige Bedienungsfehler und die dadurch bedingten Unfälle sind zahlreicher, als man annimmt; sie kommen weniger ans Tageslicht, weil es sich um einen Schaltfehler handelt, den das Personal nicht leicht zugibt. Verfolgt man einmal genau den Weg, den der Schalttafelwärter bei den ausgedehnten Hochspannungsanlagen mehrstöckiger Anordnung zurückzulegen hat, bevor der Ölschalter spannungslos gemacht wird, dann ergibt sich der Vorteil der oben geschilderten zweistöckigen Anordnung von selbst. Nicht in den Querschnitten muß der Weg des Schalttafelwärters verfolgt werden, sondern an Hand der Grundrisse. Außerdem darf nicht übersehen werden, daß bei Störungen ein schnelles Handeln erforderlich ist, je kürzer daher der Weg, um so geringer die Ablenkung des Betriebspersonals. Der kurzen Lieferzeit wegen wurden bei der Schaltanlage der Stickstoffwerke II einpolige Trennschalter verwendet und mit Signalkontakten ausgerüstet, damit auf der Betätigungstafel die Lage der Trennschalter sichtbar würde. Dreipolige Trennschalter verdienen aber in solchen Fällen den Vorzug. Es fällt das Hantieren mit der Schaltstange fort, die Bedienung ist bequemer, und die Signalleitungen brauchen nicht im Bereich der Hochspannungskammern zu liegen. Die drei zu einem Stromkreis gehörenden Trennschalter können vielmehr mittels Handräder von den Zwischenräumen aus bedient werden, die zwischen je 2 Stromkreisen vorhanden sind. Diese Vorteile zeigt am deutlichsten Abb. 4. Sollte das Schaltpersonal wirklich einen Trennschalter versehentlich unter Last ziehen, so kann es nicht verletzt oder geblendet werden, wie es der Fall ist, wenn nicht sehr hoch liegende Trennschalter bei der üblichen Anordnung mit der Schaltstange bedient werden. Wer darauf Wert legt, kann bei der oben geschilderten Anordnung der Trennschalter den Antrieb oder die Bedienung derselben leicht, wie punktiert angedeutet, in den Ölschalterraum verlegen und schließlich noch Verriegelungen mit der Tür oder dem Ölschalter vornehmen. Derartige schon verschiedentlich angewendete Bedienungsarten der Trennschalter haben aber auch ihre Nachteile. Tritt z. B. ein ernstlicher Ölschalterdefekt auf, so geschieht die Verqualmung des Raumes oft so schnell, daß eine Bedienung der Trennschalter im Ölschalterraum nicht mehr möglich ist. Den Sammelschienenraum kann man aber in solchen Fällen ruhig betreten und damit den Störenfried vom Netz trennen. Die Verqualmung des Ölschalterraumes ist für die Weiterführung des Betriebes nicht von großer Bedeutung, wenn alle blanken Teile durch Vollblechtüren abgeschlossen sind.

Der mechanische Antrieb läßt sich allerdings, wie in Abb. 4 punktiert angedeutet, leicht so ausführen, daß die Trennschalter sowohl von der Ölschalterkammer wie vom Sammelschienenraum aus bedient werden können. Im allgemeinen ist eine Betretung des Sammelschienenraumes jedoch zu empfehlen, damit man sich davon überzeugt, daß alle drei unberücksichtigt lassen. Eine Verqualmung des Ölschalterraumes im Falle einer Ölschalterexplosion ließe sich bei der oben beschriebenen Anordnung nach der Abb. 4 vielleicht ganz vermeiden, wenn man auf der Längsseite des Gebäudes den Ölschalterkammern gegenüber

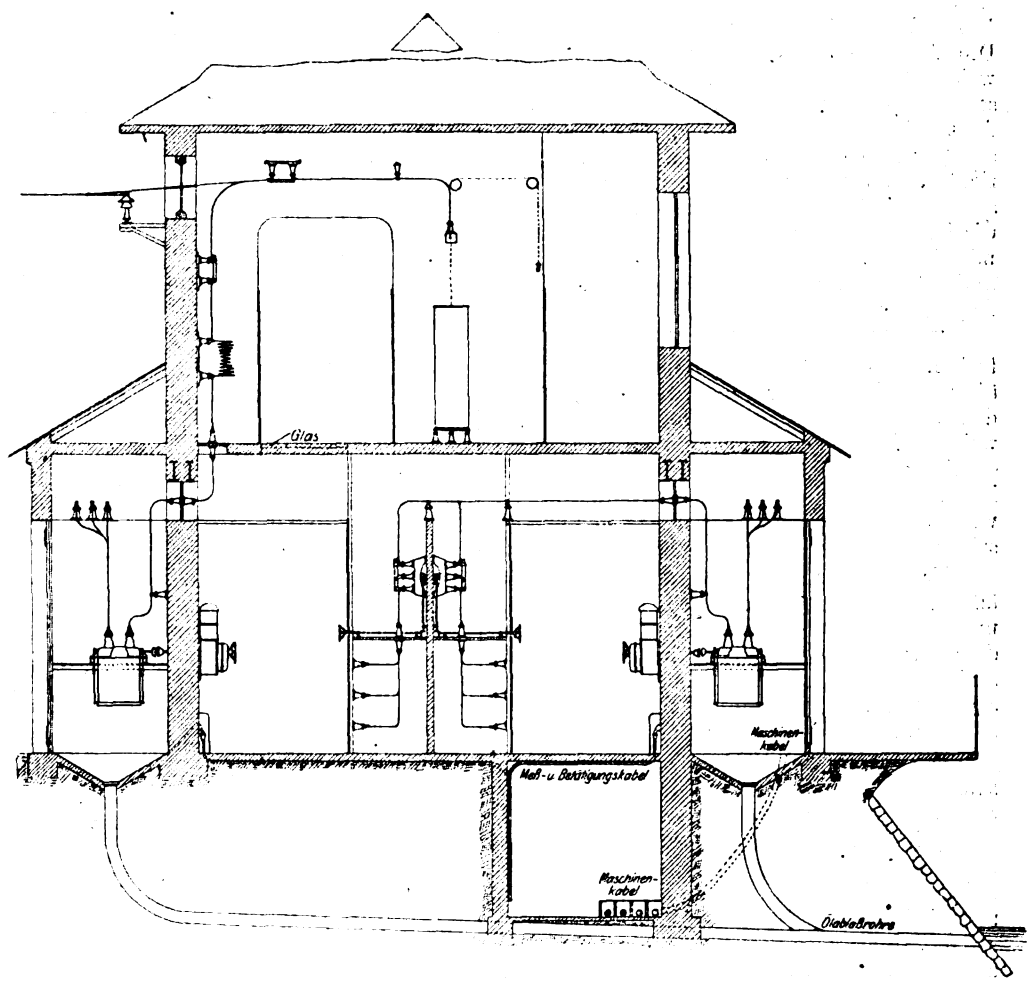


Abb. 8. Querschnitt des Schalthauses im Kraftwerk Alt-Württemberg.

Phasen unterbrochen sind. Bei den kleinen Anlagen sind die Trennschalter vielfach im Ölschalterraum selbst angeordnet; auch einige größere Werke haben dies Prinzip durchgeführt. Als Nachteil dieser Anordnung wird häufig die unbequeme Überwachung der Kontakte der Trennschalter sowie die bereits oben erwähnte Gefahr einer Verrußung im Falle eines Ölschalterbrandes angeführt.

Durch diese kurze Abschweifung von der Beschreibung der Schaltanlage der Stickstoffwerke II sollen nicht die verschiedensten Ausführungsmöglichkeiten einer Kritik unterzogen werden. Alle Dispositionen haben bekanntlich außer Vorteilen auch gewisse Nachteile. Der Lieferant wird die Vor- und Nachteile dem Besteller gegenüber stellen und im gegebenen Falle auch den Rat der Betriebsleitung nicht

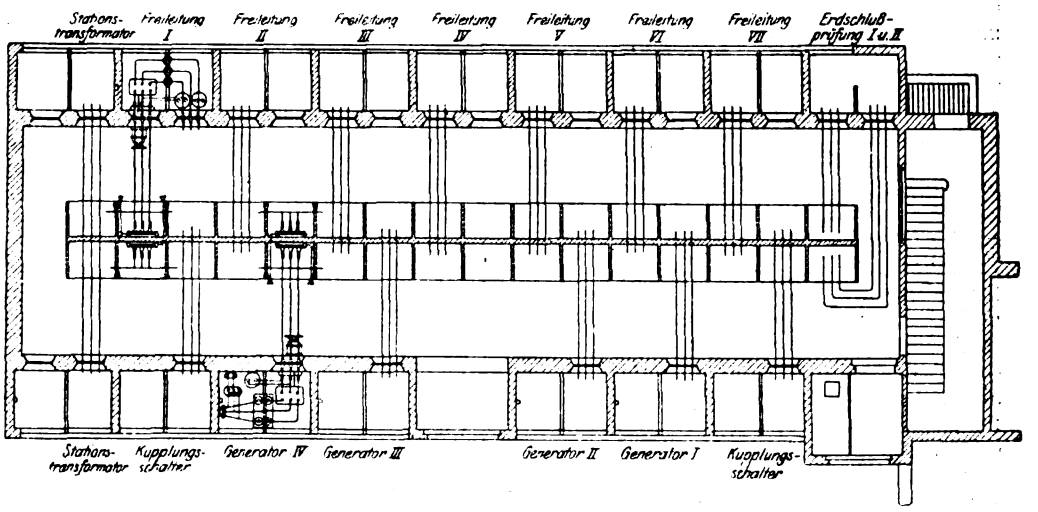


Abb. 9. Grundriß des Schalthauses im Kraftwerk Alt-Württemberg.

Fenster vorsehen würde. Es ist anzunehmen, daß im Falle einer Ölschalterexplosion das Fenster einer Ölschalterkammer früher zerstört wird wie die Eingangstür, welche aus Vollblech hergestellt ist. Eine Verqualmung der Innenräume läßt sich aber vollständig vermeiden, bei einer Anordnung der Schaltanlage, welche Direktor Monath für das Kraftwerk Alt-Württemberg wählte. Wie aus den Abb. 8 u. 9 hervorgeht, befinden sich im Erdgeschoß des Hauptgebäudes die Doppelsammelschienen sowie die erforderlichen dreipoligen Trennschalter. Das Dachgeschoß dient zur Aufnahme der Überspannungs-Schutzvorrichtungen, sowie zur Weiterführung der Freileitungen. Die Ölschalter sowie Strom- und Spannungstransformatoren wurden in einem Anbau an den beiden Längsseiten des Schalthauses montiert.

Digitized by Google

Die Ölschalter sitzen demnach in einzelnen Kammern, wie sie sonst für die Unterbringung von Transformatoren sehr häufig benutzt werden. Falls bei dieser Anordnung eine Ölschalterexplosion erfolgen sollte, so muß der Rauch unbedingt durch die Tür ins Freie gehen, die Innenräume des Hauptgebäudes können auf keinen Fall in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Antriebe der dreipoligen Trennschalter, welche die Ölschalter mit dem Doppelsammelschienensystem verbinden, sitzen den Ein- und Ausschaltmagneten gegenüber. Wer die Trennschalter also bedient, ist genau davon unterrichtet, ob der Ölschalter sich in der ein- oder ausgeschalteten Stellung befindet. Eine in den Ölschalterkammern angebrachte Lampe zeigt mittels der am Trennschalter montierten Signalkontakte dem Schalttafelwärter an, daß die Apparate spannungslos sind.

Verschiedentlich wird die Ansicht vertreten, daß die einpoligen Trennschalter gegenüber den dreipoligen Konstruktionen deshalb den Vorzug verdienen, weil man durch probeweises Hineinlegen eines einpoligen Trennschalters verschiedene Experimente machen kann. Diese Methode ist wohl überflüssig, wenn der Schalttafelwärter über den Zustand seiner Anlage genau unterrichtet ist.

Es ist sogar anzunehmen, daß durch ein falsches Hineinlegen eines einpoligen Trennmessers Überspannungen[1]) entstehen, die zumal dann, wenn sie von intermittierenden Erdschlüssen begleitet werden, nach den Untersuchungen von Petersen den Anlagen mehr schaden, als ein dreipoliger Kurzschluß.

Die oben erwähnten Schaltanlagen in sämtlichen Einzelheiten zu schildern, ist nicht der Zweck dieser Veröffentlichung. Ebensowenig ist beabsichtigt, die Existenzberechtigung der mehrstöckigen Hochspannungs-Schaltanlagen zu bestreiten, da die lokalen Verhältnisse bei allen Dispositionen eine große Rolle spielen. Abgesehen davon kann man die Beobachtung machen, daß der einfache Aufbau nicht immer als eine Empfehlung gelten kann, denn eine weniger durchsichtige Anordnung hinterläßt bei flüchtiger Betrachtung oft den Eindruck einer größeren Betriebssicherheit.

In der Annahme, die letztere wesentlich zu erhöhen, verwendet man in Amerika bei den größeren Hochspannungs-Schaltanlagen häufig zwei Ölschalter für jede Maschine bzw. für jede abgehende Leitung. Auch in Deutschland hat man diese Methode, wenn auch vereinzelt, angewendet. Die damit erzielten Vorteile scheinen aber in keinem gesunden Verhältnis zu den Mehrkosten zu stehen, denn ein großes Kraftwerk, welches die amerikanische Praxis früher benutzte, hat sie bei ihren Neuanlagen nicht mehr zur Anwendung gebracht. Jeder Betriebsleiter rechnet von vornherein mit einer Störung an einer Maschine, mit einem Kabelfehler usw. Er rechnet also auch damit, daß er die Ölschalter gelegentlich einer Kontrolle unterziehen und die entsprechenden Stromkreise stillegen muß. Die Betriebssicherheit eines Kraftwerkes erfordert also den Einbau von Doppelschaltern nicht. Die Notwendigkeit, in der jetzigen Zeit mit den Sparmetallen haushälterisch umzugehen, verbietet sogar die Anwendung der amerikanischen Praxis. Kommen Betriebsfälle vor, bei denen die Kontrolle oder Auswechslung eines Ölschalters ohne längere Unterbrechung des Stromkreises zweckmäßig erscheint, so leistet die Schaltung (Abb. 10) gute Dienste.

Diese der A.E.G. patentierte einfache Schaltung setzt voraus, daß die Schaltanlage mit einem Doppelsammelschienensystem und einem Kupplungsschalter ausgerüstet ist. Außerdem muß der Aufbau der in Abb. 8 dargestellten Anordnung entsprechen. Der Ölschalter kann bei solcher Disposition nach kurzer Abschaltung des Stromkreises durch die Kupferstücke *a* und *b* von der Leitung abgetrennt werden. Hiernach werden diese Trennstücke, wie in Abb. 8 punktiert angedeutet, dazu benutzt, um die an der Decke verlegte Leitung zu schließen. Ist die Sammelschiene I in Betrieb, so kann nunmehr, wie Abb. 10 zeigt, durch Benutzung des Kupplungsschalters und der Sammelschiene II der betreffende Stromkreis wieder eingeschaltet werden. Diese Schaltung hat nicht bloß theoretischen Wert, sondern sie hat sich praktisch bewährt. Die Auswechslung größerer Schalter, auch wenn sie auf Fahrgestellen montiert sind, beansprucht mehr Zeit, als das oben beschriebene Hilfsmittel.

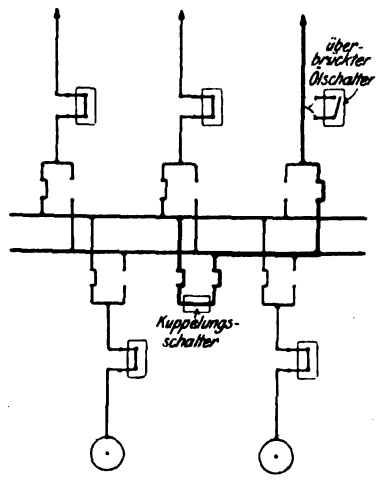


Abb. 10. Darstellung der Verwendung des Kupplungsschalters als Ersatz für den Ölschalter eines Abzweiges.

Der Vorteil des letzteren kommt besonders dann zur Geltung, wenn kein passender Reserveschalter zur Verfügung steht. Auf die sonstigen Vorteile, die man bei Anwendung des Doppelsammelschienensystems durch den Einbau eines Kupplungsschalters erzielt, braucht nicht mehr hingewiesen zu werden. Manchem Betriebsleiter dürfte es aber neu sein, zu hören, daß der Kupplungsschalter sehr gut zur Abschaltung jenes Stromkreises verwendet werden kann, bei dem der Ölschalter sich durch Festbrennen der Kontakte usw. nicht ausschalten läßt. Tritt ein solcher Fall ein, so braucht man nur den Kupplungsschalter einzuschalten und den betreffenden Stromkreis mittels der Trennschalter vom Sammelschienensystem I auf II umzulegen. Nach dieser Handhabung befindet sich der Kupplungsschalter in Reihe mit dem festgebrannten oder festgeklemmten Ölschalter. Die Schaltung der Abb. 10 gilt auch für diesen Fall, wenn man sich an Stelle des überbrückten Ölschalters den festgeklemmten Ölschalter denkt.

Bei Anwendung dieser Umschaltmethode ist es also nicht nötig, den ganzen Betrieb vorübergenend zu unterbrechen, um den kranken Ölschalter von den Sammelschienen abzutrennen. Die Größe der Kupplungsschalter bestimmt man nach der Leistung der größten Maschineneinheit, darüber hinauszugehen hat in den meisten Fällen keinen praktischen Wert.

Die oben kurz beschriebenen Schaltanlagen sind schon längere Zeit in Betrieb. Größere Schalthäuser mit zweistöckigem Aufbau, mit weiteren Verbesserungen versehen, werden zur Zeit errichtet. Die drei Lehrmeister: der Kurzschluß, der Erdschluß und der Schaltfehler sorgen immer wieder dafür, daß die Entwicklung der Schaltanlagen nicht zur Ruhe kommt. Zu wünschen wäre es aber, daß die eben erwähnten Herren ihre Vorlesungen wenigstens während der Kriegszeit einstellen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 353.

Ein neuer Vorschlag für die Elektrizitätsversorgung des Landes.

Von Regierungs- und Baurat **Block**, Hannover, z. Zt. Berlin.

Übersicht. Es wird vorgeschlagen: Bau von Großkraftwerken und 100000 V-Leitungen nur für die Grundbelastung, Verwendung der bestehenden Einzelkraftwerke für die Erzeugung des Spitzenstromes und ihre Verbindung durch Leitungen mittlerer Spannung (40000 bis 70000 V).

Der Aufsatz ist eine Privatarbeit des Verfassers und hat mit der von der Preußischen Staatsregierung im Abgeordnetenhause abgegebenen Erklärung über ihre Teilnahme an der Landeselektrizitätsversorgung nichts zu tun.

In seinem Vortrage auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hat Prof. Dr. Klingenberg im Jahre 1916[1]) auf die unwirtschaftliche Zersplitterung und die Vergeudung von Kapital und Arbeit in der Elektrizitätsversorgung des Landes hingewiesen und daran anknüpfend weitgehende Pläne für eine vollkommen neue Ausgestaltung entwickelt, die z. T. infolge mißverständlicher Auffassung der Klingenbergschen Ausführungen lebhaften Widerstand bei den derzeitigen Trägern der Elektrizitätsunternehmungen, besonders bei den Städten mit eigenen Elektrizitätswerken, hervorriefen. Wenn auch Klingenberg, der sich für eine starke Mitwirkung des Staates auf diesem Gebiete durch den Bau von Großkraftwerken und über das ganze Land verzweigter Hochspannungsleitungen aussprach, den Gedanken von sich wies, als arbeite er auf die Stillegung aller bestehenden Anlagen und ihren Ersatz durch neuzeitliche hin, so befürchteten besonders die Städte, daß ihnen bei der Durchführung des Klingenbergschen Planes ihre Selbständigkeit allmählich genommen würde und sie schließlich auf die Einnahmen aus der Stromlieferung, die sie für ihren Haushalt benötigen, verzichten müßten.

In den Vorschlägen Klingenbergs liegen, wie wohl auch seine Gegner anerkennen, gesunde Gedanken vor allem nach der Richtung, daß nach dem Kriege die wirtschaftlichen Aufgaben mit einem Mindestaufwand an Geld und Arbeitskraft erfüllt werden müssen. Anderseits wird man beim Neuaufbau unserer Wirtschaft nach dem Friedensschluß mit allen Mitteln dahin streben müssen, das Brauchbare der früheren Wirtschaft nach Möglichkeit zu erhalten und für erweiterte Zwecke auszubauen.

In dieser Richtung bewegen sich die nachstehenden Überlegungen, die Verfasser der Prüfung durch die Fachgenossen unterbreitet; sie stellen eine Ausgestaltung der Klingenbergschen Vorschläge mit dem ausgesprochenen Zwecke dar, den z. T. berechtigten Widerstand der Gegner zu überwinden.

Die hauptsächlichsten Teile der Klingenbergschen Gedanken werden zu übernehmen sein, sollen aber nach etwas anderer Richtung ausgestaltet werden. Der Gesamtelektrizitätsverbrauch des Landes oder größerer Versorgungsbezirke läßt sich zerlegen in eine Grundbelastung, die fast sämtliche 8760 h des Jahres zu decken ist, und die darüber hinausgehende Spitzenbelastung, beide gemessen in Kilowatt. Es wird vorgeschlagen, nur die Grundbelastung in Großkraftwerken zu erzeugen, die auf den Kohlengewinnungsstätten zu errichten sind, soweit sie nicht schon vorhanden sind und sich für größere Erweiterungen eignen.

Als zweckdienlichste Punkte kommen das Saarrevier, das rheinisch-westfälische Kohlenrevier, der Sächsisch-Lausitzer Braunkohlenbezirk, das Nieder- und Oberschlesische Steinkohlengebiet, daneben einige große Seehäfen in erster Linie in Betracht. Ferner werden die leistungsfähigeren Wasserkräfte zur Deckung der Grund- und Spitzenbelastung auszubauen und schließlich die Abwärme der Großindustrie in elektrischen Strom umzuwandeln und der

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 297 ff.

Digitized by Google

Allgemeinheit nutzbar zu machen sein. Für die Erzeugung der Spitzenbelastung sollen alle größeren vorhandenen Elektrizitätswerke herangezogen werden, falls sie wirtschaftlich arbeiten. Die Großkraftwerke brauchen im allgemeinen nicht unmittelbar auf kürzestem Wege durch Leitungen miteinander verbunden zu werden, vielmehr sollen von ihnen nur einzelne Hochspannungsleitungen von großer Leistungsfähigkeit — von 100 000 V Spannung und mehr — zu den Hauptverbrauchspunkten ausstrahlen, von denen aus die Einzelkraftwerke durch Leitungen von 40 bis 70 000 V-Spannung miteinander verbunden werden, soweit nicht unmittelbar das Verteilungsnetz mit 15 bis 20 000 V angeschlossen werden kann; in diese Leitungen werden die Großumspannwerke für die Stromabgabe an größere Versorgungsbezirke eingeschaltet. Wie Rechnungen vieler Fachleute und der Großfirmen gezeigt haben, sind in den gewöhnlichen Fällen Leitungen von etwa 60 000 V Spannung unter den heutigen Verhältnissen wirtschaftlicher als solche von 100 000 V, wenn sie gleichzeitig zur Stromabgabe herangezogen werden sollen und nicht nur der gegenseitigen Verbindung der Kraftwerke dienen; denn die Mehrkosten der Umspannwerke u. a. für 100 000 V übertreffen weitaus die Ersparnisse an Leitungsmaterial. Dazu kommt, daß Leitungen von 60 000 V und ähnlicher Spannung in großer Ausdehnung schon vorhanden sind.

Der Vorschlag sei an dem Beispiel der Versorgung der östlichen Provinzen Preußens, d. h. von Brandenburg, Pommern, Schlesien, Posen, Ost- und Westpreußen etwas näher erläutert: Großkraftwerke wären zu errichten in Oberschlesien, Niederschlesien (Waldenburg) in der Lausitz (etwa bei Spremberg), zwischen Bitterfeld und Wittenberg, in den Torfmooren der Provinz Brandenburg und erforderlichenfalls in Stettin, Danzig und Königsberg. Als Einzelkraftwerke für die Spitzenbelastung können alle vorhandenen größeren Kraftwerke u. a. die von Groß-Berlin, Breslau, Posen, Danzig, Königsberg usw. dienen. 100 000 V-Leitungen, die als Doppel- oder Vierfachleitungen von mindestens 70 mm² Kupferquerschnitt auszubauen wären, sind wohl nur folgende nötig:

Oberschlesien—Breslau—Posen—Thorn,
Niederschlesien—Breslau,
Lausitz—Posen,
Lausitz—Berlin,
Wittenberg—Berlin,
Berlin—Stettin.

Das 60 000 V-Netz würde mit einfachen Leitungen geringeren Querschnitts in weiten Verzweigungen sich unter Einschaltung der meisten vorhandenen größeren Kraftwerke und neu zu errichtender Umspannwerke über den ganzen Osten Preußens ausdehnen. In demselben würden auch etwa neu zu errichtende Wasserkraftwerke in Oberschlesien, an den Nebenflüssen der Netze und Weichsel, der Nogat, in Ostpreußen usw. liegen.

Die Heranziehung der einzelnen Großkraftwerke und der Bau der genannten Leitungen wird erst nach und nach zu erfolgen haben. Das Netz würde sich etwas von dem Klingenbergschen („ETZ" 1916, S. 344) unterscheiden.

Die Vorschläge des Verfassers sind folgendem Gedankengange entsprungen:

Die Entscheidung der Frage, ob es wirtschaftlicher ist, Kohlen zu transportieren, also den elektrischen Strom in Einzelkraftwerken zu erzeugen, oder die aus Kohlen gewonnene elektrische Arbeit, also nur Großkraftwerke zu betreiben, ist im wesentlichen neben der Höhe der Belastung abhängig von der Benutzungsdauer. Bei großer Benutzungsdauer ist die Stromfortleitung günstiger, bei niedriger der Kohlentransport, soweit wenigstens geeignete Eisenbahn- oder Wasserwege vorhanden sind. Daraus ist zu folgern, daß es richtig ist, die Grundbelastung am Gewinnungsorte der Kohlen zu erzeugen, die wertvolle Spitzenleistung, die bei Wahl neuzeitlicher Tarife (Grundgebühren- oder Sperrzeitentarife) auch die höheren Einnahmen bringt, in bestehenden Einzelkraftwerken vom Kohlengewinnungsorte entfernt, da sie die Belastung durch den Kohlentransport verträgt. Anderseits können die teueren 100 000 V-Leitungen nur dann mit wirtschaftlichem Erfolge arbeiten, wenn sie möglichst dauernd voll ausgenutzt sind. Da die Großindustrie meist in der Nähe der Hauptkohlenvorkommen entwickelt ist, während die Besiedelung des Landes im allgemeinen mit der Entfernung von den Industriezentren abnimmt, so brauchen sich die 100 000 V-Hauptspeiseleitungen nicht auf sehr große Entfernungen auszudehnen; vielmehr genügen in den Ausläufern verhältnismäßig schwache 60 000 V-Leitungen für die Zuführung der Grund- und Spitzenbelastung bis zu den Hauptumspannwerken und die Verteilung im großen.

100 000 V-Leitungen mit ihren bekannten Nachteilen, der hohen Ladeleistung und den dauernden Glimmverlusten, sollen also nur dann verwendet werden, wenn sie zur Übertragung großer Leistungen wirklich notwendig sind. Die Sicherheit des Betriebes liegt darin, daß die Einzelkraftwerke miteinander in Verbindung sind; sie werden in der Regel imstande sein, beim Versagen der Zuführung der Grundbelastung, unter Mehraufwand von Kohlen und erforderlichenfalls mit Anspannung der Kessel- und Maschinenreserven die fehlende Grundbelastung mitzuerzeugen.

Die Vorschläge des Verfassers laufen also darauf hinaus, die vorhandenen Einrichtungen für die Elektrizitätsversorgung des Landes, soweit sie neuzeitlichen wirtschaftlichen Ansprüchen gewachsen sind, möglichst sämtlich zu erhalten, ihnen aber solche Aufgaben zuzuweisen, die zu erfüllen sie sich besonders eignen. Inwieweit die bestehenden Anlagen noch zu erweitern sind, wird in jedem einzelnen Falle von ihrer technischen Anlage und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung abhängen.

Bei den neu zu errichtenden Großkraftwerken wird, wenn das Problem erst technisch und wirtschaftlich vollkommen gelöst ist, die Vergasung der Brennstoffe mit Gewinnung der Wertstoffe und die Stromerzeugung in Gasmaschinen — hoffentlich bald Gasturbinen — vorzusehen sein, da sie zwei Vorbedingungen der Wirtschaftlichkeit dieses Prozesses — gleichmäßige Beanspruchung der Gaserzeuger und billige Kohlen — erfüllen.

Die meisten der vorhandenen Überlandnetze können trotz ihrer verschiedenen Oberspannungen — 40000 bis 70000 V — und Verteilungsspannungen — 10000 bis 25000 V — ohne Umbau beibehalten werden, indem an den Berührungspunkten, soweit es erwünscht erscheint — Umspannwerke angelegt werden. Auch bei der Anlage neuer Versorgungsnetze für größere Bezirke ist es nach Ansicht des Verfassers richtiger, die wirtschaftlich zweckmäßigste Spannung für die Verteilung ohne Rücksicht auf die Spannung im Nachbarbezirk zu wählen und die Gleichmäßigkeit nur dann in den Vordergrund zu rücken, wenn die in deren Interesse aufzuwendenden Mehrkosten in Bau und Betrieb gering sind. Selten benutzte Umspannwerke an den Übergabestellen verteuern Anlage und Betrieb nur wenig.

Als besondere Vorteile der vorgeschlagenen Trennung der Landesversorgung in neue Grundbelastungs-Kraftwerke und 100000 V-Leitungen einerseits, meist bestehende Einzelkraftwerke und 40 000 bis 70 000 V-Leitungen anderseits, glaubt Verfasser anführen zu dürfen:

1. Die Betriebssicherheit ist ausreichend, da die vorhandenen größeren Kraftwerke bestehen bleiben und durch Leitungen verbunden werden, so daß sie bei Störungen aushelfen können;
2. Die Eisenbahnen werden von einem großen Teile der Kohlentransporte für die Elektrizitätswerke entlastet.
3. Die Wirtschaftlichkeit der Grundbelastungs-Kraftwerke ist weniger von der Höhe der Baukosten abhängig als die der bestehenden Kraftwerke, weil bei der hohen Ausnutzung die aus den Baukosten entspringenden festen Jahresausgaben (Zinsen, Tilgung, Rücklagen) die Selbstkosten der erzeugten kWh verhältnismäßig wenig beeinflussen; denn sie verteilen sich auf viele Kilowattstunden. Der Bau der Grundbelastungs-Kraftwerke ist also auch bei den hohen Preisen in den ersten Jahren nach dem Friedensschluß möglich, aber bei dem Elektrizitätshunger in den noch nicht versorgten Landesteilen auch notwendig, damit dort nicht Einrichtungen entstehen, welche eine zweckmäßige Versorgung erschweren oder gar unmöglich machen.
4. Erweiterungen bestehender Kraftwerke, die durch die hohen Preise nach dem Kriege deren wirtschaftliche Ergebnisse in manchen Fällen verschlechtern würden, können vielfach unterbleiben, wenn die Grundbelastungswerke gebaut werden, zumal durch die gegenseitige Verbindung der Einzelwerke untereinander und mit den Großkraftwerken die vorhandenen Aushilfsmaschinen usw. als solche z. T. überflüssig und als Betriebsmaschinen verwendet werden können.

Gegen die obigen Vorschläge wird man einwenden, daß den Besitzern der bestehenden Kraftwerke die Stromerzeugung verteuert wird, weil sie fast nur noch Spitzenstrom erzeugen. Das ist gewiß richtig, aber ebenso zweifellos ist es auch, daß die Grundbelastung aus den Großkraftwerken diesen Besitzern wesentlich billiger geliefert werden kann, als sie bisher in den Einzelkraftwerken erzeugt wurde, besonders dann, wenn es gelingt, die Vergasungsfrage mit Wertstoffgewinnung befriedigend zu lösen. Ohne zusammenfassende Organisation sind allerdings die Vorschläge nicht durchführbar.

Die Frage, ob die Großkraftwerke und 100 000 V-Leitungen nur vom Staate zu erbauen sind oder von Gesellschaften aus Kommunalverbänden (Provinzen, Großstädten), Erwerbsgesellschaften und dem Staate oder schließlich ganz ohne Beteiligung des Staates, kann dabei zunächst unerörtert bleiben; falls den Vorschlägen von den Fachgenossen überwiegend zugestimmt werden sollte, findet sich vielleicht Gelegenheit, in einem zweiten Aufsatze die Organisationsfrage zu behandeln.

Die Grundbelastungswerke und 100000 V-Leitungen müssen in der Hand eines Unternehmers sein, der wiederum nur einem oder wenigen Abnehmerverbänden gegenüberstehen darf, welche den Strom übernehmen und zusammen mit dem selbsterzeugten verteilen.

Denkbar wäre z. B. folgende Organisation für die Versorgung eines größeren Bezirks, bestehend aus mehreren Provinzen: Der Staat baut das oder die Grundbelastungswerke, die außerhalb des Bezirkes liegen können, und führt den Strom mit 100 000 V bis an einen oder mehrere geeigneten Punkte, wo eine Gesellschaft, bestehend etwa aus den großen öffentlichen Verbänden unter Beteiligung des Staates und vorhandener privater Elektrizitätsunternehmungen, je ein Großumspannwerk errichtet, den Strom abnimmt, und mit einem 60 000 V-Netz unter Aufnahme des von den bestehenden Werken gelieferten Stromes weiterverteilt; die Gesellschaft errichtet ferner für die kleineren Versorgungsbezirke (bestehend aus einem oder mehreren Landkreisen) die Umspannwerke, von denen aus die Kommunalverbände die Weiterverteilung mit 15 000 bis 25 000 V besorgen.

Die Großstädte sollen ihre Kraftwerke nicht nur behalten, sondern in den Dienst der Landeselektrizitätsversorgung stellen, und dadurch weiter entwickeln, indem sie entweder nur den selbst erzeugten Strom an die Verteilungsgesellschaften verkaufen oder sich an diesen beteiligen.

Nach Ansicht des Verfassers wird es unnötig sein, einen Zwang zur Durchführung eines

Digitized by Google

solchen Planes auszuüben; wenn der Tarif für den Grundbelastungsstrom angemessen gestaltet wird, werden die bestehenden Werke und noch mehr die neu zu schaffenden Verteilungsgesellschaften ihre Rechnung finden. Der Grundbelastungsstrom würde nach einem Grundgebührentarif ab Werk zu verkaufen sein, zu welchem eine Abgabe für das durch die 100 000 V-Leitungen zugeführte Kilowatt für Leitungsbenutzung, nicht für die Kilowattstunde treten würde, oder bei Zusammenfassung des Strompreises mit der Leitungsgebühr würde eine verhältnismäßig hohe Grundgebühr neben einem mindestens die Selbstkosten der Stromerzeugung deckenden kWh-Zuschlag zu erheben sein. Es wird so von selbst erreicht werden, daß die Großkraftwerke fast nur die Grundbelastung zu erzeugen haben und die 100 000 V-Leitungen und Umspannwerke voll ausgenutzt werden.

Die anzustellenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden die größere und geringere Durchführbarkeit der Vorschläge für die einzelnen Landesteile ergeben.

Verfasser wäre dankbar, wenn seine Vorschläge zu einem regen Meinungsaustausch führen würden.

Rechnerische und experimentelle Untersuchung der Einwirkung von Wanderwellenschwingungen auf Transformatorenwicklungen.[1])

Bekanntlich unterscheidet sich die Wellenausbreitung in Wicklungen von der auf Leitungen hauptsächlich dadurch, daß die benachbarten Windungen elektrisch und magnetisch aufeinander einwirken. Eine solche Beeinflussung findet auch zwischen Windungen statt, die nicht unmittelbar benachbart sind, doch ist diese Wirkung im allgemeinen schwächer als zwischen den Nachbarwindungen; sie ist in erster Annäherung zu vernachlässigen. Eine Wicklung kann demnach idealisiert durch das Schaltbild nach Abb. 1 dargestellt werden.

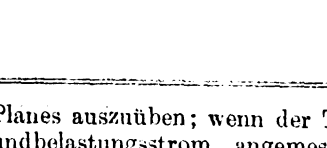


Abb. 1. Schema einer Wicklung.

In der vorliegenden Arbeit untersucht O. Böhm theoretisch und experimentell die elektrischen Vorgänge, die sich in einer Transformatorwicklung abspielen, wenn auf dieselbe eine gedämpft abklingende Schwingung einwirkt. Die beiden hauptsächlichen Versuchsanordnungen sind durch die Abb. 2 und 3 veranschaulicht. Darin bedeuten *NW* die Niederspannungswicklung, *HW* die Hochspannungswicklung des Versuchstransformators, ½ *L* die Schutzdrosselspulen. *L' C'* ist ein Schwingungskreis, in dem beim Ansprechen der Funkenstrecke *F* gedämpfte Sinusschwingungen entstehen. An Stelle dieses Kreises ist in der Anordnung nach Abb. 3 ein Kabelstück verwendet, in welchem bekanntlich beim Funkenüberschlag gedämpfte Rechteckschwingungen erzeugt werden. Es zeigt sich nun, daß es für jeden Wert der Schutzinduktivität ½ *L* einen ganz bestimmten Wert der Eigenfrequenz des Hilfskreises *L' C'* bzw. des Kabels gibt, bei welchem die Spannung $E_{\ddot{u}}$ an den Transformatorklemmen ein ausgeprägtes Resonanzmaximum hat. Abb. 4 zeigt derartige Resonanzkurven, die in der Schaltung nach Abb. 2 bei einer Betriebsspannung von 10 000 V und mit einer Kapazität $C' = 0{,}005\ \mu$F erhalten worden sind. Trägt man nun die Resonanzwerte von *L'* über den zugehörigen Werten der Schutzinduktivität ½ *L* auf, so ergibt sich eine durch den Nullpunkt gehende Gerade (Abb. 5). Daraus ist zu schließen, daß sich die Hochspannungswicklung des Transformators in dem hier in Betracht kommenden Frequenzbereich $1{,}6 \cdot 10^5$ bis $11 \cdot 10^5$ verhält wie ein hoher Scheinwiderstand, dem eine Kapazität parallel geschaltet ist. Diese sogenannte Eingangskapazität des Transformators ist in den Schaltbildern (Abb. 2 und 3) gestrichelt eingetragen und mit *C* bezeichnet. Sie beträgt im vorliegenden Falle 56 $\mu\mu$F.

Versuche, bei denen der eine Pol des Transformators geerdet und ungeschützt war, ergaben für die Eingangskapazität nach Erde genau den doppelten Wert der Eingangskapazität von Pol zu Pol. Diese besteht demnach aus der Reihenschaltung der beiden Erdkapazitäten, während die unmittelbare Kapazität von Pol zu Pol verschwindend klein ist.

Die Eingangskapazität besteht z. T. aus der Kapazität der Einführungsklemmen, zum andern Teil aber gehört sie der Wicklung selbst an. Ein Blick auf die Abb. 1 macht es begreiflich, daß die Kombination der *C* und *K* wie eine von der Wicklung nach Erde abgezweigte Kapazität wirkt, die in erster Annäherung als konstant angesehen werden kann, d. h. in einem gewissen Frequenzbereiche praktisch unabhängig von der Frequenz ist.

Die Eingangskapazität bildet mit den Schutzdrosseln einen Schwingungskreis. Er kann von außen her durch Schwingungen, deren Frequenz mit seiner Eigenfrequenz übereinstimmt, zu kräftigen Resonanzschwingungen angeregt werden. Dabei können am Transformator erhebliche Überspannungen entstehen (vgl. Abb. 4). Die Höhe der Überspannungen ist durch die Dämpfung der erregenden Schwingung und die Dämpfung des erregten Schwingungskreises (des Eingangskreises) begrenzt. α und β seien die entsprechenden Dämpfungsexponenten, so daß also $e^{-\alpha t}$ und $e^{-\beta t}$ die zeitlichen Dämpfungsgesetze darstellen. Man kann zeigen, daß man die Maximalamplitude der Resonanzschwingung sehr angenähert richtig erhält, wenn man so rechnet, als ob die erregende Schwingung und auch der erregte Kreis den gleichen mittleren Dämpfungsexponenten $\gamma = \frac{\alpha + \beta}{2}$ hätte.

Ist die erregende Schwingung eine sinusförmige, und wirkt sie auf den Eingangskreis mit der EMK

$$e = E_m e^{-\gamma t} \cos m t,$$

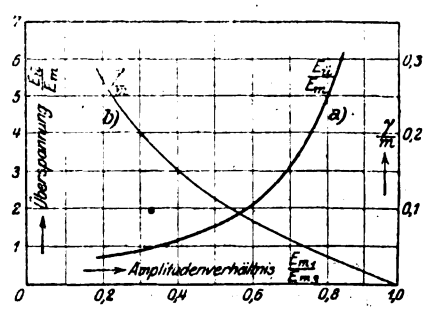
wobei $\frac{m}{2\pi}$ die Eigenfrequenz dieses Kreises bedeutet, so erreicht die größte Überspannung an den Transformatorklemmen den Wert

$$E_{\ddot{u}} = 0{,}184 \frac{m}{\gamma} E_m.$$

Kurve *a* in Abb. 6 zeigt die hiernach berechneten Werte $\frac{E_{\ddot{u}}}{E_m}$ als Funktionen des Verhältnisses $\frac{E_{m_1}}{E_{m_2}}$ zweier aufeinander folgender gleichsinniger Amplituden der Spannungsschwingung. Dieses Verhältnis hängt mit dem Dämpfungsfaktor $\frac{\gamma}{m}$ nach der Gleichung

$$\frac{E_{m_1}}{E_{m_2}} = e^{-\frac{2\pi\gamma}{m}}$$

zusammen, die durch die Kurve *b* in Abb. 6 veranschaulicht wird.



a) Berechnete Abhängigkeit der Überspannung von der Resonanz mit Sinuswellen.
b) Zusammenhang zwischen Dämpfungszahl γ/m und Amplitudenverhältnis E_{m_1}/E_{m_2}.

Abb. 6.

Wenn die erregende Schwingung eine Rechteckschwingung mit der Amplitude E_m ist, so wird die höchste Überspannung am Transformator

$$E_{\ddot{u}} = E_m \frac{2m}{\pi\gamma} e^{\left(\frac{\pi\gamma}{2m} - 1\right)}.$$

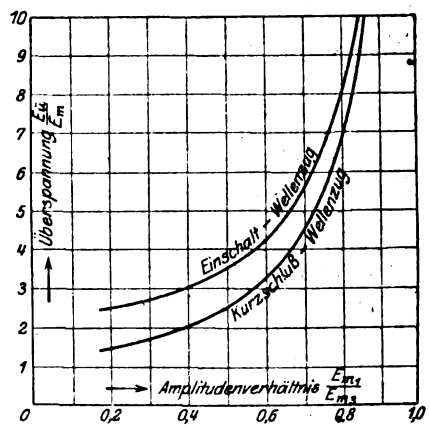


Abb. 7. Berechnete Abhängigkeit der Überspannung an den Transformatorklemmen von der Dämpfung bei Resonanz mit Rechteckwellen.

Rechteckschwingungen der betrachteten Art treten z. B. beim Kurzschluß einer Kabel- oder Leitungsstrecke auf (Versuch nach Abb. 3).

Auch beim Einschalten einer Kabelstrecke mit daran hängendem Transformator hat man praktisch rechteckige Schwingungen mit der Amplitude E_m, die aber nicht um den Nullpunkt, sondern um den stationären Endwert E_m vor sich gehen. Die größte Überspannung liegt dann ebenfalls um den Betrag E_m höher als vorher, d. h. sie beträgt

$$E_{\ddot{u}} = E_m \left[1 + \frac{2m}{\pi\gamma} e^{\left(\frac{\pi\gamma}{2m} - 1\right)}\right].$$

Abb. 7 zeigt die nach den beiden letzten Formeln berechnete Abhängigkeit der Überspannungen von der Dämpfung bei Rechteckschwingungen.

Praktisch hat man unter ungünstigen Umständen immerhin mit Schwingungen zu rechnen, bei denen das Amplitudenverhältnis den Wert 0,8 erreicht. Bei vollständiger Resonanz ist dann gemäß Abb. 6 und 7

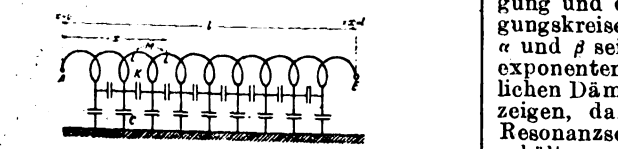


Abb. 2. Anordnung zur Erzeugung von Resonanzschwingungen im Eingangskreis des Transformators bei Erregung durch Sinusschwingungen.

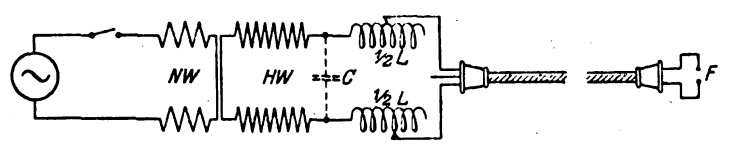


Abb. 3. Anordnung zur Erzeugung von Resonanzschwingungen im Eingangskreis des Transformators bei Erregung durch Rechteckschwingungen.

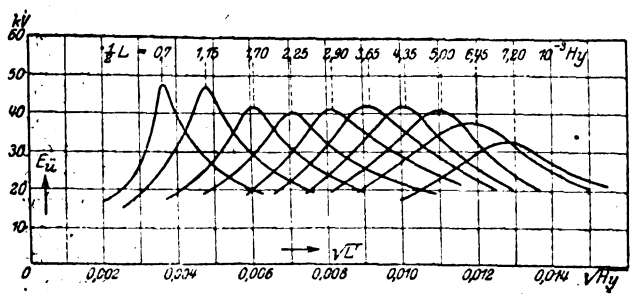


Abb. 4. Spannung an den Transformatorklemmen in Abhängigkeit von der Induktivität *L'* für verschiedene Schutzinduktivitäten (Schaltung nach Abb. 2).

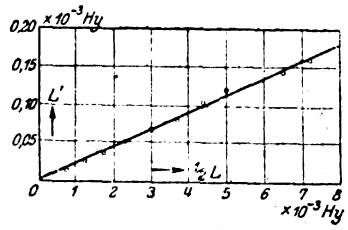


Abb. 5. Abhängigkeit der Induktivitäten *L* und *L'* (aus Abb. 4 bestimmt).

[1]) O. Böhm, Dissertation. Technische Hochschule Darmstadt. 1917. Vgl. „Archiv f. Elektr.", Bd. 5, Heft 12.

Digitized by Google

bei Sinuswellen . . . . . eine 5-fache,
bei rechteckigen Kurzschluß-
wellen . . . . . „ 7-fache,
bei rechteckigen Einschaltwellen „ 8-fache

Überspannung zu erwarten.

Die Resonanzgefahr läßt sich nur durch ausreichende Dämpfung des Eingangskreises abwenden. Eine gewisse Dämpfung übt in diesem Kreise die Energieabwanderung nach der parallel zur Eingangskapazität liegenden Transformatorwicklung aus. Sie wirkt ungefähr wie ein Widerstand vom Betrage des Wellenwiderstandes W der Wicklung, d. h. sie liefert einen Beitrag

$$\Delta\gamma = \frac{m}{2W}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

zum Dämpfungsfaktor. Böhm schätzt für seinen Versuchstransformator W auf 128 000 Ω und gelangt mit dem bereits erwähnten Werte $C = \sim 60$ $\mu\mu$F und für eine Schutzinduktivität von $2 \times 0{,}008$ Henry auf einen Dämpfungsfaktor 0,063, dem nach Abb. 6 ein Amplitudenverhältnis von etwa 0,7 entspricht. Hierzu ist zu bemerken, daß der Wellenwiderstand mit 128 000 Ω wahrscheinlich überschätzt ist. Der als Gesamtkapazität der Transformatorwicklung errechnete Wert von 75 $\mu\mu$F erscheint sehr klein (75 $\mu\mu$F entspricht der Kapazität von etwa 3 Porzellanglocken!), außerdem wird man sich der Annahme, daß die Wellengeschwindigkeit auf der Transformatorwicklung gleich der Lichtgeschwindigkeit sei, kaum anschließen können. Der dämpfende Einfluß der Transformatorwicklung ist daher jedenfalls größer anzunehmen als ihn der Verfasser einschätzt.

Die natürliche Dämpfung des Eingangskreises wird gemäß vorstehender Formel vermindert, wenn man die Eingangskapazität durch Hinzuschalten eines Schutzkondensators erhöht.

Zur Vergrößerung der Dämpfung des Eingangskreises bieten sich mehrere Wege.

1. Man schaltet Widerstand in Reihe mit der Schutzdrossel. Diese Maßnahme verbietet sich für Leistungstransformatoren wegen des Energieverlustes, den der Betriebsstrom im Widerstand hervorruft. Dagegen ist sie für Spannungswandler sehr wohl anwendbar. Übrigens wirkt der Wellenwiderstand der an der Schutzdrossel angeschlossenen Leitung ebenfalls wie ein Dämpfungswiderstand im Eingangskreise.

2. Man schaltet der Schutzdrossel einen Widerstand parallel (Campos-Anordnung). Die Anordnung hat den Nachteil, daß sie steile Wellenstirnen teilweise hindurchläßt, d. h. die Schutzwirkung der Drossel z. T. aufhebt.

3. Um diesen Nachteil zu vermeiden, schlägt Böhm die Schaltung nach Abb. 8 vor.

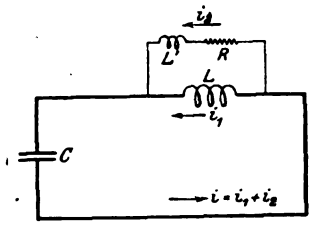


Abb. 8. Überbrückung einer Schutzdrossel durch induktiv-ohmische Widerstände.

Hier ist die Drosselspule durch einen induktiven Widerstand überbrückt. Die Rechnung zeigt, daß diese Anordnung schwingfrei gedämpft ist, sofern die Induktivität L' nicht größer als $^1/_8\,L$ ist und der Dämpfungswiderstand R innerhalb des durch die schraffierte Fläche in Abb. 9 bestimmten Wertegebietes liegt. Die

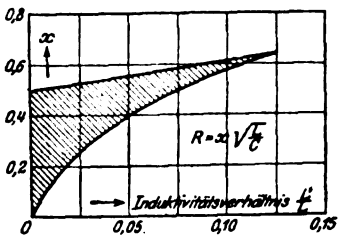
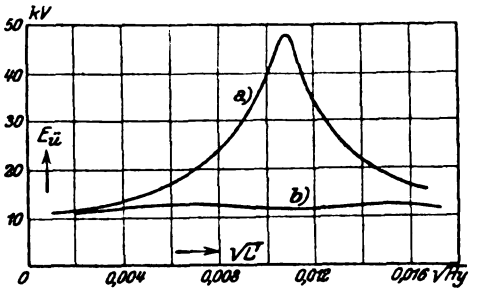


Abb. 9. Grenzen des Dämpfungswiderstandes bei der Anordnung nach Abb. 8.

Wirksamkeit dieser Schaltung geht aus dem durch Abb. 10 veranschaulichten Versuch hervor, wobei die Resonanzschwingungen in der Versuchsschaltung nach Abb. 2 hervorgerufen wurden.

Den gleichen Erfolg kann man ferner auch dadurch erreichen, daß man die Spule L teilweise durch einen Ohmschen Widerstand überbrückt. Es ergeben sich dabei verschiedene Werte, je nachdem ob die beiden Spulenteile magnetisch miteinander verkettet sind oder nicht. Bezüglich der Einzelheiten wird auf die Böhmsche Arbeit verwiesen.



a) Drosseln frei. b) Drosseln überbrückt.

Abb. 10. Dämpfung der Resonanzüberspannungen durch Überbrückung der Schutzdrosseln mit induktiv-ohmischen Widerständen.

Die rechnerische Untersuchung über das Eindringen von schnellen Schwingungen in die Wicklung knüpft an das in Abb. 1 dargestellte Schema an. Jedes Element dieser Anordnung möge eine Windung darstellen, die angeschriebenen Koeffizienten sollen sich jedoch auf die Längeneinheit beziehen. Dabei soll — abweichend von der üblichen Definition — der Koeffizient M nicht die gesamte Gegeninduktivität bedeuten, sondern nur denjenigen Teil, der von der Differenz der Stromstärken in benachbarten Windungen herrührt. Entsprechend ist L eine Induktivität, die dem gesamten Felde aller Windungen entspricht, wenn diese sämtlich den gleichen Strom führen.

Grenzbedingungen beruht. Glücklicherweise werden die zahlenmäßigen Ergebnisse unter den in der Praxis meistens vorliegenden Verhältnissen durch den Fehler wenig beeinträchtigt[2]).

Es würde hier zu weit führen, auf die Rechnungen selbst einzugehen; wir müssen uns auf die Ergebnisse beschränken. Zum Teil sind sie bereits aus früheren Arbeiten her bekannt, was bei Böhm allerdings nicht erwähnt ist.

Ein wichtiges Kennzeichen einer Spule ist ihre „kritische Frequenz". R. Rüdenberg hat als erster darauf hingewiesen, daß periodische Wellen, deren Frequenz unterhalb der kritischen liegt, sich längs des Spulendrahtes nicht wesentlich anders ausbreiten, wie auf einem gestreckten Draht, daß dagegen Wellen von höherer Schwingungsfrequenz schon in den ersten Windungen abgebremst werden. Für die kritische Kreisfrequenz gibt Böhm die Formel an

$$m_k = \frac{1}{\sqrt{LK - MC}} \sim \frac{1}{\sqrt{LK}}$$

(MC ist immer nur ein verschwindender Bruchteil von LK). Die kritische Frequenz ist also sehr nahe gleich der Eigenfrequenz einer Windung.

Unterhalb der kritischen Frequenz findet die Stromleitung im wesentlichen durch den Leitungsdraht, oberhalb der kritischen Frequenz dagegen hauptsächlich quer durch die Isolation von Windung zu Windung statt. Diese Erkenntnis verdanken wir C. P. Steinmetz.

Die eindringende Welle spaltet sich, wie Böhm gezeigt hat, in zwei Teile. Nur der eine von ihnen läuft in Form einer wirklichen Sinuswelle in die Wicklung ein, während der zweite eine hyperbolische (aperiodisch fallende) Spannungs- und Stromverteilung hervorbringt. Unterhalb der kritischen Frequenz überwiegt das erste Glied; bei dieser Frequenz sind beide Glieder etwa gleich stark, oberhalb derselben überwiegt das zweite Glied.

Diese Verhältnisse sind aus den Abb. 11 und 12 sehr schön zu ersehen. Diese Kurven hat Böhm an einem Lufttransformator in der Versuchsschaltung nach Abb. 2 erhalten. Die kritische Frequenz der Wicklung lag bei etwa 2.10^5 bis 3.10^5. Als Abszissen sind in den Kurven die Abstände der betrachteten Wick-

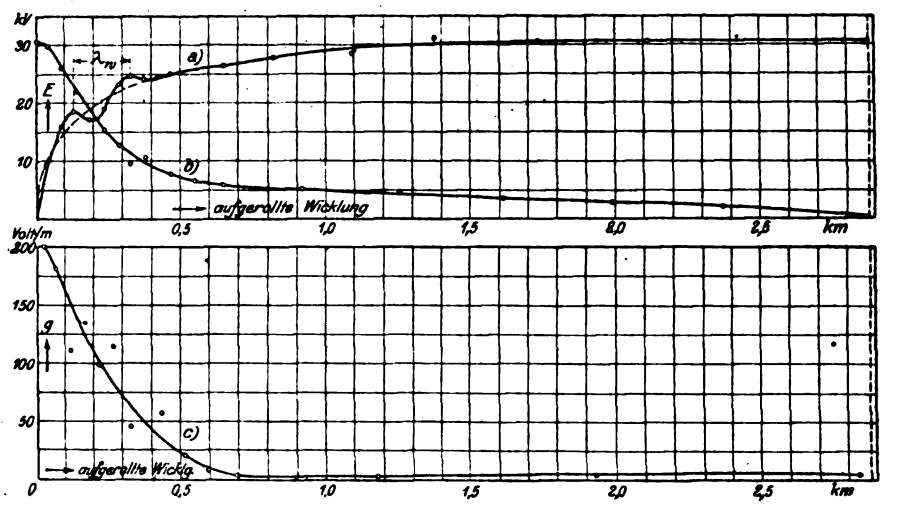


Abb. 11. Frequenz: $4{,}46.10^5$ Per/s. Innere Wellenlänge $\lambda_w = 0{,}240$ km.

Es ist also bereits in L allein der weitaus überwiegende Teil der magnetischen Einwirkung benachbarter Windungen aufeinander enthalten[1]), während die Berücksichtigung von M nur eine Korrektur von verhältnismäßig nebensächlicher Bedeutung darstellt[2]).

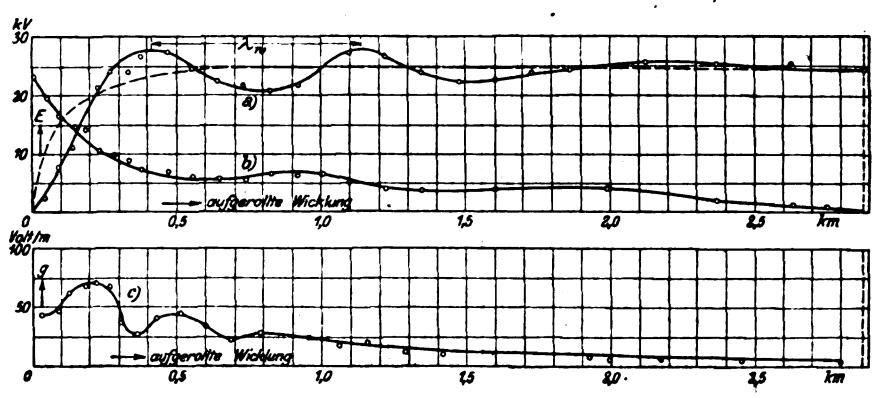


Abb. 12. Frequenz: $1{,}85.10^5$ Per/s. Innere Wellenlänge $\lambda_w = 0{,}720$ km.

Abb. 11 und 12. Spannungsverteilung in der Wicklung beim Eindringen von Sinuswellen.

a) Spannung der Wicklungspunkte gegen den Anfang der Wicklung, b) Spannung der Wicklungspunkte gegen das Ende der Wicklung, c) Spannungsgefälle.

In der Berechnung ist bei Böhm ein Fehler unterlaufen, der auf der Annahme irriger

[1]) K. W. Wagner, „Elektrotechn. u. Maschinenb.", Wien 1915, Heft 8.

[2]) Böhm ist hierüber anderer Meinung. Es ändert sich aber an den Resultaten sehr wenig, wenn man hinterher $M = 0$ setzt.

[2]) Ausführliche Richtigstellung ist im „Archiv f. Elektr.", Bd. 6, S. 301, erfolgt.

Digitized by Google

lungspunkte vom Wicklungsanfang aufgetragen. Die Zusammensetzung der Spannungswelle aus einem sinusförmigen und aus einem hyperbolischen Glied ist am besten in der Kurve *a* zu erkennen, in der das hyperbolische Glied punktiert eingezeichnet ist.

Die Kurve *c* ist das räumliche Spannungsgefälle. Am Anfang der Wicklung erreicht das Spannungsgefälle bei der kritischen Frequenz ein ausgesprochenes Maximum. Bemerkenswert ist außerdem, daß die höchste Windungsspannung nicht am Anfang der Wicklung eintritt, sondern in einem Punkte im Innern, der vom Anfang der Wicklung um etwa eine Viertelwellenlänge entfernt liegt.

Die Versuche stehen mit den Rechnungsergebnissen in guter Übereinstimmung, soweit man eine solche bei einem so komplizierten Gebilde, wie es die Wicklung ist, überhaupt erwarten darf. K. W. Wagner.

Der Einfluß der Kohlenpreise und der Kohlensteuer auf die Anlage- und Betriebskosten von Elektrizitätswerken.[1])

Die Tatsache, daß neben den Kohlenkosten auch Löhne, Unterhaltung und Erneuerung von den Kohlenpreisen abhängen, wird meist außer acht gelassen, oder man berücksichtigt sie in weiter Annäherung dadurch, daß man die in der Kohlenklausel festgelegten Zuschläge gefühlsmäßig um ein geringes erhöht. Daß ferner auch die Anlagekosten der Elektrizitätswerke in gewissem Grade von den Kohlenpreisen abhängig sind, liegt auf der Hand, wenn auch Art und Grad dieser Abhängigkeit nicht ohne weiteres erkennbar und in Ziffern ausdrückbar sind. Verfasser untersucht diese Zusammenhänge namentlich in Hinsicht auf die Frage, ob ihnen bei der Preisbemessung der elektrischen Arbeit überhaupt und bei der Abwälzung der Kohlensteuer im besonderen Rechnung getragen werden kann.

Zahlentafel 1. Verteilung der Anlagekosten nach Löhnen und Materialverbrauch.

Löhne	767	Mill. M
Grund und Boden	122	„ „
Baustoffe	190	„ „
Holz (für Maste)	50	„ „
Isolierstoffe	40	„ „
Textilerzeugnisse	30	„ „
Papier	20	„ „
Porzellan	16	„ „
Marmor	4	„ „
Kupfer	282	„ „
Blei	121	„ „
Eisen	377	„ „
Sonstiges	131	„ „
zusammen	2 150	Mill. M.

Die Verteilung der Anlagekosten[2]) der deutschen Elektrizitätswerke nach dem Stand des Jahres 1911 ist aus Zahlentafel 1 ersichtlich. Der Posten „Löhne" enthält nicht bloß die Löhne und Gehälter für die Montage der Gesamtanlage, sondern auch die für die Herstellung der Fertigfabrikate verausgabten Löhne und allgemeinen Unkosten, nicht aber die Löhne, die bei der Gewinnung und Verarbeitung der Rohstoffe verbraucht wurden und in den einzelnen Posten für letztere enthalten sind.

Zur Bestimmung des Anteils der Kohlenkosten bei den einzelnen Posten können zum Teil die Angaben des Statistischen Jahrbuchs für das Deutsche Reich in Verbindung mit der von der Firma Emanuel Friedländer & Co. alljährlich herausgegebenen Statistik „Der Kohlenmarkt" dienen. Hiernach ergibt sich z. B. im Jahre 1911 für Eisen ein Kohlenbetrag von 15% vom Gesamtwert, für Zementerzeugnisse von rd 30%, für Blei und Silber von 1,3%, für Bleiallein von 5%, für Ziegeleierzeugnisse von rd 30%, für Textilerzeugnisse von 10%, für Papier- und Pappenfabriken von 20%. Bei den übrigen für den Aufbau von Elektrizitätswerken verwendeten Stoffen, wo verbürgte Einzelangaben fehlen, kann schätzungsweise der Kohlenanteil vom Werte der Isolierstoffe mit 10%, des Porzellans mit 30%, des Marmors 5% und des Kupfers mit 5% angesetzt werden.

Diese Zahlen enthalten noch nicht den Wert der für die weitere Verarbeitung bzw. Veredelung der genannten Stoffe, namentlich der Metalle, gebrauchten Kohlenmengen. Dieser Wert ist aber außerordentlich gering. So ist z. B. festgestellt, daß in der Turbinenfabrikation auf 1 kW der gesamten fertiggestellten Turbinenleistung für Licht, Kraft und Heizung rd 45 kg Kohle verbraucht worden sind; dies ergibt kaum 2% des Verkaufspreises. Die bei der Fertigstellung sämtlicher Anlageteile verbrauchter Kohlen- bzw. Kraftmengen sind in der Zahlentafel 1 in dem Posten „Sonstiges" mit etwa 50% des Wertes enthalten.

Der Anteil der Kohlenkosten an den Löhnen kann auf Grund der Verwendung des Lohnes[1]) (für Ernährung 50%, Kleidung 15%, Wohnung 20%, Heizung und Licht 5%, Rest für sogenannten Kulturbedarf) bei der Ernährung auf 10%, Kleidung auf 15%, Wohnung auf 25% und Licht nebst Heizung auf 80% und mithin vom Gesamtlohn bei Ernährung auf 5%, Kleidung rd 2%, Wohnung 4%, Heizung und Licht 4%, im ganzen also auf 15% des Gesamtlohnes geschätzt werden. Es kann somit angenommen werden, daß sowohl Bau- als Betriebslöhne zu rd $^1/_6$ ihres Gesamtbetrages durch die Kohlenpreise bestimmt sind.

Zahlentafel 2. Anteil der Kohlenausgaben an den Anlagekosten.

	Anteil an den Gesamtanlagekosten %	Kohlenanteil der einzelnen Posten %	Kohlenanteil an den Gesamtanlagekosten %
Löhne	35,6	15	6,—
Grund und Boden	5,7	—	—
Baustoffe	8,9	30	2,7
Holz	2,3	—	—
Isolierstoffe	1,9	10	0,2
Textilerzeugnisse	1,4	10	0,15
Papier	0,9	20	0,2
Porzellan	0,8	30	0,24
Marmor	0,2	5	0,01
Kupfer	13,2	5	0,6
Blei	5,6	5	0,3
Eisen	17,4	15	2,6
Sonstiges	6,1	50	3,1
	100,0		16,10

Für die Gesamtanlagekosten der Elektrizitätswerke ist der Kohlenanteil nach Zahlentafel 2 rd 16%. Da in den Summen für die einzelnen Baustoffe noch recht beträchtliche Beträge für die bei der Gewinnung und Verarbeitung der Rohstoffe verausgabten Löhne enthalten sind, wird man der Wirklichkeit ziemlich nahe kommen, wenn man den Gesamtanteil der Kohle an den Herstellungskosten der Elektrizitätswerke vor dem Kriege im Durchschnitt mit 20% annimmt. Im Kriege haben sich die Beziehungen der einzelnen Ausgabenposten zueinander in geringem Grade verschoben, doch werden sie sich mit Eintreten normaler Verhältnisse wieder ungefähr in gleicher Weise einstellen.

Die Verwertung dieser Ergebnisse bei der Preisbemessung, insbesondere bei der Abwälzung der Kohlensteuer, ist verhältnismäßig einfach, soweit die Betriebskosten bzw. die Ausgaben für Löhne und für Unterhaltung in Frage kommen. Bei jedem einzelnen Unternehmen kann ohne weiteres festgestellt werden, welcher Teil der gesamten Betriebsausgaben auf Brennstoffe, auf Löhne, auf Unterhaltung usw. entfällt. Es können z. B. im Durchschnitt auf die Ausgaben für Brennstoffe 40%, für Betriebslöhne 20%, für Unterhaltung 10%, für Stromverteilung und Strommessung 10% gerechnet werden. Für die Löhne ist oben festgestellt, daß sie zu 15% von den Kohlenpreisen bestimmt sind; für die Unterhaltung kann man denselben Prozentsatz wie für die Anlagekosten der Elektrizitätswerke überhaupt, also 20%, annehmen, für Stromverteilung und Strommessung, die größtenteils durch die Löhne bestimmt sind, ebenfalls 15%. Es kann demnach so gerechnet werden, als ob die Brennstoffkosten um den in den anderen Ausgabenposten enthaltenen Kohlenanteil vermehrt werden, also von den Betriebslöhnen herrührend um 3% (15% von 20%), von der Unterhaltung herrührend um 2% (20% von 10%), von den übrigen ebenfalls um 2% (20% von 10%), im ganzen also um 7%, d. h., es kann sowohl bei der Kohlenklausel wie bei der Abwälzung der Kohlensteuer so gerechnet werden, als ob der durchschnittliche Kohlenverbrauch pro kWh um 15 bis 20% größer wäre als sich bei der Berücksichtigung der reinen Kohlenkosten ergibt.

Eine bei der Verfeuerung von Steinkohle heute vielfach angewendete Kohlenklausel lautet z. B. in ihrem wesentlichen Teil: „Der Preis für 1 kWh beruht auf einem Kohlenpreis von M .... für je 10 t frei Kesselhaus des Elektrizitätswerkes; er erhöht oder erniedrigt sich für jede angefangene Mark der Kohlenpreisbewegung um 0,02 Pf. ..."

Nach den obigen Berechnungen genügt dieser Zuschlag nur für größere Elektrizitätswerke, die keinen höheren durchschnittlichen Kohlenverbrauch als 1,5 kg/abgegeb. kWh aufweisen, nicht aber für kleinere Elektrizitätswerke mit wesentlich höherem Kohlenverbrauch; er kann jedoch auf Grund der Zusammensetzung der Betriebskosten in jedem einzelnen Falle genau festgestellt werden. Ebenso verhält es sich mit dem Aufschlag zwecks Abwälzung der Kohlensteuer.

Der Einwand, daß weder die Löhne noch die Unterhaltungskosten unmittelbar mit den Kohlenpreisen sich ändern, hat zwar eine gewisse Berechtigung, doch werden zweifellos die gesamten Ausgabeposten wenigstens in längeren Zeiträumen den Schwankungen der Kohlenpreise sich anpassen, so daß durch die vorgeschlagenen Zuschläge ein gerechter Ausgleich geschaffen wird. Dies trifft freilich nur für die Steigerung der Kohlenpreise und die lediglich durch sie verursachte Erhöhung der Ausgaben zu.

Es wäre aber nach diesen Darlegungen wohl am Platze, eine allgemeine Preisklausel einzuführen, die der mit der Kohlenpreissteigerung verknüpften Erhöhung aller Betriebsausgaben Rechnung trägt, etwa in der Form, daß für eine bestimmte prozentuale Erhöhung oder Erniedrigung der Kohlenpreise eine verhältnismäßige Steigerung bzw. Herabminderung der Strompreise eintritt. Den heutigen Verhältnissen wäre es z. B. angepaßt, wenn für je 5% Kohlenpreisänderung, bezogen auf die Verhältnisse des Jahres 1914, eine durchschnittliche Erhöhung bzw. Ermäßigung von 2 bis 4%, abgestuft nach der Höhe der Strompreise, vorgesehen würde. Eine solche Preisklausel würde ein wirksames Mittel darstellen, die drückende Notlage der Elektrizitätswerke zu mildern und sie der Notwendigkeit entheben, bei weiteren Steigerungen der Betriebskosten immer wieder schwierige und unerquickliche Verhandlungen mit den Konzessionsgebern und mit den Stromabnehmern zu führen, den letzteren aber die Sicherheit geben, daß sich die Preise entsprechend dem Sinken der Betriebskosten wieder verbilligen.

Weniger einfach liegen die Verhältnisse, wenn für die Erhöhung der Anlagekosten bzw. der Ausgaben für Verzinsung und Abschreibung ein Ausgleich geschaffen werden soll, der gerechtfertigt ist, sobald wesentliche Erweiterungen zu erhöhten Preisen ausgeführt worden sind und die Stromlieferung auf Grund bestehender Verträge erfolgt, u. zw. um so mehr, als die Anlagekosten ja nicht nur durch die Erhöhung der Kohlenpreise und der Löhne, sondern auch durch die Erhöhung sämtlicher Baukosten wesentlich gesteigert werden. Nun kann zwar auch hierbei eine gewisse Proportionalität zwischen den Kohlenpreisen und den Preisen aller übrigen Anlageteile angenommen werden, und es wäre wohl möglich, eine ähnliche Preisklausel wie bei den Betriebskosten zu finden, sie würde aber den tatsächlichen Verhältnissen nicht gerecht werden, da erhöhte Baukosten eine dauernde Belastung darstellen, während die Kohlenpreise schwanken. Es bleibt somit nichts anderes übrig, als den Ausgleich für Veränderungen in den Baukosten durch Tarifänderungen zu schaffen, die mangels einer besonderen gesetzlichen Handhabe durch Vereinbarung mit den Abnehmern herbeizuführen sind. Nur soweit die Erhöhung der Anlagekosten durch die Kohlensteuer verursacht ist, gibt das Kohlensteuergesetz eine Handhabe zur Abwälzung der hierdurch verursachten Mehrkosten. Dabei ist rechnerisch ungefähr folgendermaßen vorzugehen:

Wie oben ausgeführt, beträgt der Anteil der Kohlenkosten an den Baukosten und damit an den laufenden Kapitalkosten rd 20%; eine Erhöhung der Kohlenpreise um die Kohlensteuer bedeutet also eine Erhöhung dieser Ausgaben um rd 4%. Wenn also z. B. ein Unternehmen seit Einführung der Kohlensteuer Neuanlagen im Werte von 5 Mill. M erstellt hat und mit einem Kapitaldienst von 10% = 0,5 Mill. M im Jahre rechnen muß, kann die durch die Kohlensteuer verursachte Erhöhung um 4% dieser Kosten = 20 000 M auf die Abnehmer abgewälzt werden und zwar je nach der Sachlage auf die sämtlichen Abnehmer oder auf diejenigen, für die die Neuanlagen erstellt sind. Eine sichtbare Abwälzung ist nach dem Wortlaut des Gesetzes ohne weiteres bei denjenigen Abnehmern möglich, mit denen vor Inkrafttreten des Kohlensteuergesetzes die Stromlieferungsverträge abgeschlossen sind, während bei neueren Verträgen entweder die Einrechnung in die Strompreise oder eine besondere Vereinbarung zu erfolgen hat.

[1]) Gekürzte Wiedergabe einer in den „Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke" erschienenen Arbeit.

[2]) Siehe Siegel, „Die Stellung der öffentlichen Elektrizitätswerke im Wirtschaftsleben Deutschlands", „Technik und Wirtschaft" 1913, Heft 3/4.

[1]) Siehe auch Siegel, „Der Verkauf elektrischer Arbeit", S. 39 und 40.

Digitized by Google

Es dürfte an Hand dieser Darlegungen wohl für jedes einzelne Unternehmen möglich sein, die bei ihm vorliegenden besonderen Verhältnisse zu berücksichtigen und sich wenigstens bei der Abwälzung der Kohlensteuer vor Schaden zu bewahren. Dr.-Ing. G. Siegel.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Über einen großen Elektromagnet einfacher Bauart.

[The Svedberg. Ann. Phys., Bd. 52, S. 657.]

Die großen Elektromagnete von du Bois und von Weiß[1]) sind in erster Linie zu dem Zweck gebaut, möglichst starke Felder bei geringem Polabstand zu erzielen. Für viele Zwecke braucht man jedoch ausgedehntere Felder, diese lassen sich zwar auch mit den eben genannten Magneten herstellen, man kann aber dasselbe Ziel mit einfacheren und billigeren Apparaten erreichen, wie die Konstruktion Svedbergs zeigt. Der Verfasser benutzt zur Berechnung die von den beiden genannten Forschern gegebenen Formeln, schließt aber das U-förmige Verbindungsjoch des Weißschen Magnets zu einem vollen Rahmen, wodurch der ganze Magnet eine große Stabilität erhält; seine äußere Form erinnert dann einigermaßen an diejenige einer älteren Dynamomaschine. Die Polkerne sind fest verschraubt, so daß das Interferrikum unveränderlich bleibt, was gewisse Nachteile, dafür aber auch gewisse Vorteile im Gefolge hat. Durch geeignete Polschuhe kann ja das Interferrikum doch auf jede gewünschte Form gebracht werden. Jede der beiden Magnetisierungsspulen besteht aus 6 konzentrischen ineinander gesteckten Spulen, die innen und außen an einen Wassermantel grenzen, die zwecks Kühlung von zickzackartig hindurchfließendem Wasser durchspült werden. Die Bewicklung ist für eine Spannung von 420 bis 480 V eingerichtet; infolge der Wasserkühlung ist es möglich, mit der Belastung bis zu ungefähr 27 A hinaufzugehen. Wegen der näheren Einzelheiten der Konstruktion muß auf die Abhandlung selbst verwiesen werden. Um die tatsächlich erreichte Leistungsfähigkeit des Magnets darzustellen, seien einige Zahlen, die der Verfasser angibt, angeführt: Bei Benutzung von Polschuhen mit 147 mm vorderem Durchmesser und Durchbohrungen von 12 mm Weite beträgt bei einem Polabstand von 80 mm und einer Stromstärke von 20 A die Feldstärke 6880 Gauß. Bei dem kleinsten nutzbaren Feld, 30 mm Durchmesser und 20 mm Polabstand werden bis 10 A 19 200 Gauß, bei 20.5 A 21 500 Gauß erreicht. Dank der starren Konstruktion läßt sich der Magnet, trotz des beträchtlichen Gewichts von ungefähr 600 kg, in jeder Lage benutzen. Der Apparat ist nach den Angaben Svedbergs von der A. G. J. L. Rose, Upsala-Stockholm ausgeführt worden. Die Herstellungskosten werden zu ungefähr ein Drittel des Preises eines Weißschen Magnets entsprechender Größe angegeben. In allen Fällen, in denen es nicht auf die höchst erreichbaren Felder, sondern auf zwar starke, aber gleichzeitig geräumige Felder ankommt, scheint demnach der neue Elektromagnet eine beträchtliche Verbilligung darzustellen. *Zdr. Mr.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Eine neue graphische Darstellung des Wicklungsschemas.

Die auf S. 67 der „ETZ" 1918 von Herrn Dr. Fleischmann angegebene graphische Darstellung des Wicklungsschemas ist vorzüglich geeignet, dem Studierenden die etwas schwieriger zu verstehenden Reihen-Parallelwicklungen klar zu machen. Im Anschluß an den Aufsatz soll noch auf einige weitere Vorteile der neuen Darstellung aufmerksam gemacht werden.

In der Abhandlung ist der Einfachheit halber die Bürstenbreite gleich der Segmentbreite angenommen (der Verfasser schreibt, daß er dies „zunächst" annehmen wolle, er kommt aber später nicht mehr darauf zurück). Es fragt sich nun, kommt man mit dieser Breite immer aus, und kann man aus dem Schaltschema rückschließen auf die erforderliche Bürstenbreite. Als erforderliche Bürstenbreite soll dabei nur die Breite verstanden werden, die zur Erzielung des richtigen Stromverlaufs notwendig ist, es soll also keine Rücksicht auf Kommutation oder Bürstenauflagefläche genommen werden.

Ändert man das Beispiel auf S. 67 so um, daß $2a = 20$ wird, alle anderen Größen beibehalten werden, so wird der Kollektorschritt $y_k = \frac{42 + 10}{4} = 13$. Nimmt man die Bürstenbreite wieder gleich der Lamellenbreite an, so bedecken die Bürsten genau dieselben Segmente, wie die Tabelle auf S. 68 für den Fall $2a = 4$ angibt. Durch Aufzeichnung des Schemas ergibt sich Abb. 1.

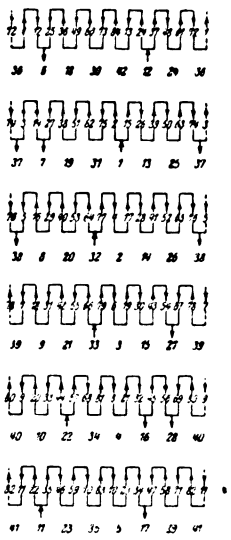


Abb. 1.

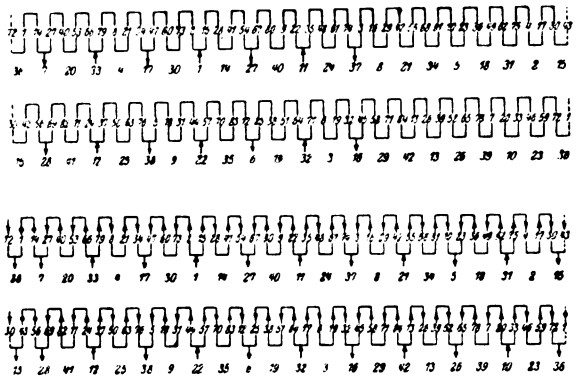


Abb. 2.

Die Abbildung läßt sofort erkennen, daß die so gewonnene Verteilung nicht die richtige sein kann, es müssen vielmehr zwischen den Lamellen 37 und 38 sowie zwischen 16 und 17 noch Abnahmestellen liegen. Diese weiteren Stellen ergeben sich durch Verbreiterung der Bürsten; diese ist notwendig, weil die 14 von Bürsten berührten Lamellen höchstens 14 Stromkreise herstellen können, das Beispiel aber 20 Stromkreise verlangt. Werden die Bürsten allmählich breiter gemacht, so werden zunächst die Lamellen 21 und 42 berührt, hierauf 5 und 26, dann 10 und 31 und schließlich, wenn die Bürste gleich der doppelten Segmentbreite wird, noch 15 und 36. Die Abb. 2 gibt die Stromverteilung wieder für den Fall, daß Bürstenbreite gleich doppelte Segmentbreite ist.

Zeichnet die VIII. Kriegsanleihe!

Man erkennt hieraus, daß nur die Lamellen 15 und 36 keinen neuen Stromkreis mehr ergeben; es muß also die Bürstenbreite zur Erzielung des richtigen Stromverlaufs gleich 1¾ Lamellenbreite sein.

Sind bei dem Wicklungsschema mehrere Lamellen parallel geschaltet, — in Abb. 1 auf S. 67 sind mindestens 3 Lamellen parallel — so ist dies ein Zeichen dafür, daß die Bürstenbreite kleiner gewählt werden kann, und daß vielfach nicht in allen neutralen Zonen Bürsten

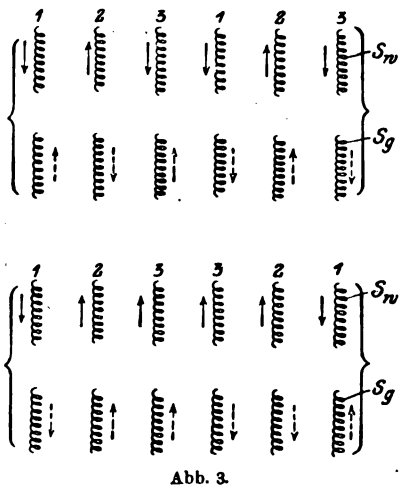


Abb. 3.

angebracht werden müssen. So würde z. B. in der Abb. 1 auf S. 67 die richtige Stromverteilung auch erreicht sein, wenn nur die Bürsten 1 bis 4 angebracht würden; es brauchten sogar nur Bürste 1 und 2 aufgelegt werden, wenn die Bürstenbreite etwa gleich 1½ Lamellenbreite gemacht würde, da dann durch die Lamellen 42, 1, 6 und 7 der richtige Stromverlauf hergestellt sein würde. Das Fortlassen von Bürsten ist zwar praktisch meist nicht empfehlenswert.

Aus dem neuen Schaltschema ist auch ohne weiteres zu entnehmen, daß es für die Bemessung der Bürstenbreite gleichgültig ist, ob die Wicklung einfach oder mehrfach geschlossen ist. Dies ist deshalb wichtig, weil von den Mehrfach-Parallelwicklungen her der Anfänger zunächst das Gefühl hat, bei mehrfach geschlossenen Reihen-Parallelwicklungen müsse die Bürstenbreite eine ähnliche Rolle für die richtige Stromverteilung spielen. In Abb. 3 ist für $2a = 12$ unter Beibehaltung aller anderen Größen der Stromverlauf für eine Bürstenbreite gleich Lamellenbreite angegeben. Hierfür wird $y_k = \frac{42 + 6}{4} = 12$. Da $K = 42$, so haben y_k und K den gemeinsamen Teiler 6, d. h. die Wicklung ist eine sechsfach geschlossene.

Da die Lamellen 16 und 37 für die richtige Stromverteilung nicht mehr berührt zu werden brauchen, würde man mit einer Bürstenbreite gleich ¾ Lamellenbreite auskommen.

H. Roth.

Beleuchtung und Heizung.

Helligkeit und Temperatur des schwarzen Körpers.

[P. D. Foote und C. O. Fairchild. Scientific Papers of the Bureau of Standards, Nr. 270, S. 137.]

Die Verfasser stellen sich die Aufgabe, den Zusammenhang zwischen Helligkeit und Temperatur des schwarzen Körpers rechnerisch zu ermitteln, um die Grundlagen für eine Bestimmung der Temperatur aus der Flächenhelligkeit eines glühenden Körpers zu gewinnen. Zu diesem Zwecke berechnen sie die Helligkeit L aus der Gleichung

$$L = \int_0^\infty V J \, d\lambda$$

in der λ die Wellenlänge, $V = f(\lambda)$ die Empfindlichkeit des menschlichen Auges und J die Intensität der Energiestrahlung nach dem Wienschen Gesetze sind. Sie definieren weiter als wirksame Wellenlänge λ_L die Größe

$$\lambda_L = \frac{\int_0^\infty V J \, d\lambda}{\int_0^\infty \frac{V J}{\lambda} \, d\lambda}$$

und stehen damit im Gegensatze zu früheren Arbeiten anderer Verfasser. Die physikalische Begründung dieser Definition ist leider in einer anderen Arbeit enthalten, die zurzeit nicht vorliegt. Jedenfalls aber führt diese Definition, rein mathematisch betrachtet, zu der Gleichung

$$\frac{d \log L}{d \Theta} = \frac{c_2}{\Theta^2} \cdot \frac{1}{\lambda_L},$$

in der Θ die absolute Temperatur und c_2 die gleichlautende Konstante des Wienschen Gesetzes ist. Die Gleichung kann integriert werden, sobald λ_L als Funktion von Θ gegeben ist. Die Verfasser setzen nun

$$\lambda_L = a + \frac{b}{\Theta} + \frac{c}{\Theta^2} + \cdots$$

und führen die Integration für die drei Fälle durch, daß einmal b und $c = o$ sind, daß

[1]) Vgl. „ETZ" 1909, S. 446; 1918, S. 1438; 1915, S. 641, 668; 1917, S. 509.

Digitized by Google

zweitens $c = o$ ist, und daß drittens a, b und c von o verschiedene Werte haben. Die erste Annahme führt zu der Gleichung

$$L = A \cdot e^{-\frac{c_2}{\lambda_L \Theta}} \quad \ldots\ldots (1$$

die in der Form

$$\log L = -\frac{c_2}{\lambda_L \Theta} + \text{konst.}$$

unter dem Namen Raschsche Gleichung bekannt ist. Die zweite Annahme ergibt

$$L = A\left(\frac{B}{\Theta} + 1\right)^{-C}, \quad \ldots\ldots (2$$

worin $B = \frac{b}{a}$ und $C = \frac{c_2}{b}$ ist. Sie ist bereits in dieser Form von Nutting angegeben worden, der sie durch Einführung eines mathematischen Ausdrucks für $V = f(\lambda)$ hergeleitet hat. Im dritten Falle endlich ergibt sich

$$L = A\left(\frac{B + \Theta}{C + \Theta}\right)^{D}, \quad \ldots\ldots (3$$

worin

$$B = \frac{b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

und $$D = \frac{c_2}{\sqrt{b^2 - 4ac}}$$

ist.

Die Verfasser bestimmen dann unter Benutzung der Konstante $c_2 = 14450$ und einer mittleren Augenempfindlichkeitskurve, die sie den Untersuchungen von Ives, Nutting und Hyde und Forsythe[1]) entnehmen, planimetrisch das Anwachsen der Flächenhelligkeit mit der Temperatur, ermitteln λ_L für verschiedene Temperaturen und berechnen daraus die Konstanten der Gleichungen (1) bis (3). Sie zeigen im Anschluß an diese Zahlen, daß die Raschsche Gleichung unbedingt zu verwerfen ist, da die sogenannte Crova-Wellenlänge λ_L nicht unabhängig von der Temperatur ist, und da die Gl. (1) deswegen sehr erhebliche Fehler bedingt, wenn man, von der Bestimmung der Flächenhelle bei einer Temperatur ausgehend, aus einer anderen gemessenen Flächenhelle die Temperatur ermitteln will. Dagegen ergibt sich, daß die Nuttingsche Gl. (2) für die meisten Zwecke vollkommen ausreicht, und daß vollends die Gl. (3) den tatsächlichen Verlauf der Helligkeitskurve in Abhängigkeit von der Temperatur vorzüglich wiedergibt.

Anschließend an diese Überlegungen weisen die Verfasser darauf hin, daß es zur Zeit unzweckmäßig erscheine, den ermittelten relativen Zahlenreihen absolute Werte zu geben. Sie stellen einige Werte der Literatur zusammen, aus denen sich als Mittelwert für die Größe A der Gl. (3) der Wert

$$A = 2{,}0 \cdot 10^7$$

ergibt. Von diesem Werte ausgehend diskutieren sie die Langmuirschen Bestimmungen des Wolfram-Schmelzpunktes und kommen zu dem Ergebnis, daß sich dieser Punkt mit Hilfe der genannten Konstanten zu 3602° abs. berechnen würde, während die Benutzung der von Nernst mitgeteilten Beobachtungen zu dem Werte 3734° abs. führt. Trotzdem halten sie den von Langmuir selbst angegebenen, mit Hilfe der Raschschen Gleichung gewonnenen Wert von 3528° abs. für wahrscheinlicher und kommen zu dem Schlusse, daß einerseits genaue Helligkeitsmessungen am schwarzen Körper dringend erwünscht sind, und daß anderseits bestimmt werden müsse, wie weit die für den schwarzen Körper ermittelten Konstanten für nicht schwarze Körper anwendbar sind. Die Untersuchung schließt mit der Feststellung, daß auf Grund der vorher abgeleiteten Zahlen die günstigste Umsetzung der ausgestrahlten Energie in Licht für den schwarzen Körper bei der Temperatur 6547° abs. liegt. *A. R. M.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Elektrische Großwirtschaft in Württemberg.[2])

Der Verband der Elektrizitätswerke Württembergs und Hohenzollerns e. V. hat in seiner Mitgliederversammlung vom 19. I. 1918 in Stuttgart in eingehenden Erörterungen über die Frage, ob der Verband in der Kraftkommission des Württembergischen Ingenieurvereins mitarbeiten oder die Großwirtschaftsfrage selbständig bearbeiten solle, die Bedeutung dieser Frage zwecks allgemeiner Regelung der Elektrizitätsgroßwirtschaft allseitig anerkannt. Es wurden indessen Zweifel geäußert, ob der jetzige Zeitpunkt für die Einführung einer Großwirtschaft geeignet sei, da einerseits die vorhandenen statistischen Unterlagen unzuverlässig wären, anderseits wesentliche Brennstoffersparnisse nicht erwartet werden könnten, eher drohe eine Verteuerung der Stromversorgung durch die Einführung der Großwirtschaft. Die Aufgabe sei z. Zt. im wesentlichen die Gewährleistung der Betriebssicherheit, und in diesem Sinne seien die Bestrebungen des Württembergischen Ingenieurvereins zu unterstützen. Auch die bereits getroffenen Verkupplungsmaßnahmen hätten bis jetzt den Nachweis einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit nicht gebracht. Es wird Einspruch erhoben gegen die drohende Bevormundung der Elektrizitätswerke, die z. T. schon vorhanden sei, und die Notwendigkeit der Mitarbeit der in erster Linie Sachverständigen, nämlich der Elektrizitätswerke, sowie die Notwendigkeit der Sicherung der einzelnen Stromabsatzgebiete gegen Eingriffe von außen betont.

Es wird weiter festgestellt, daß, wenn einzelne Werke das Bedürfnis haben, sich zu verbinden, dies keine Beanstandung finden darf.

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 136, 331; 1917, S. 577.

[2]) Nach „Mitteilungen der Ver. der El.-W." 1918, S. 75 Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 33; 1918, S. 70.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Freileitungen aus Eisen.

[„Electrical World" Bd. 67, S. 820.]

Das stetige Anwachsen der Kupferpreise in den Vereinigten Staaten hat viele Gesellschaften dazu veranlaßt, ihre Freileitungen an Stelle von Kupfer in Eisen auszuführen. Vom März 1915 bis April 1916 sind beispielsweise die Kupferpreise von 1,21 auf 2,64 M/kg gestiegen; Leitungsanschlüsse von 300 m kosten 134 M gegen 61 M im Jahre 1915.

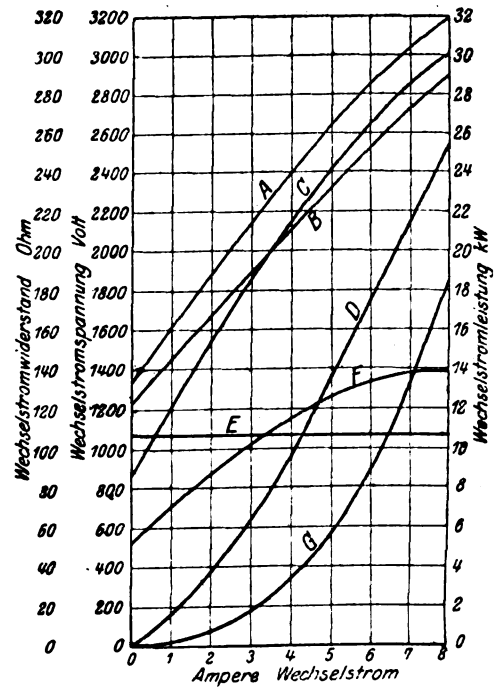
Bei niedrigen Stromerzeugungskosten und kleineren Abnehmern und da, wo die Leitungen nicht durch salzhaltige oder rauchige Luft beschädigt werden, baut man mit Vorteil die Freileitungen aus Eisen. Die United Electrical Light and Water Co., Waterbury, Conn., hat Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit des Baues der kleineren Anschlüsse aus Eisen angestellt und ist zu günstigen Ergebnissen gekommen. Für die Untersuchung kam der Eisenquerschnitt von 28,6 mm² in Frage und wurde mit dem Kupferquerschnitt von 20,9 mm² verglichen. Zur Untersuchung der durchschnittlichen Belastung wurden die Abnehmer in Klassen A, B, C eingeteilt (große, mittlere und kleinere) und Zahlentafeln für deren größten, mittleren und kleinsten Verbrauch an Kilowattstunden im Jahr aufgestellt. Die Berechnungen haben ergeben, daß mehr als 68% der Verbraucher weniger als 30 kWh im Monat verbrauchen, welches bei der Spannung von 110 V einer größten Strombelastung von 3 A in 3 h/Tag am dunkelsten Tage des Jahre entspricht. Die Kosten und Verluste obiger Eisen- und Kupferseile sind an Hand von Schaulinien dargestellt. Einen gut übersichtlichen Vergleich zwischen Kupfer und Eisen bietet folgende Tafel:

Tafel 1. Kosten für Anschlüsse von 20 bis 40 m.

	Eisen zu 0,76 M/kg	*Cu* 1,37	*Cu* 2,29	*Cu* 2,64	*Cu* 2,91
Kosten der Montage	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33
Kosten des Seiles	7,18	8,43	13,85	16,05	18,05
Kosten des Energieverlustes (in kWh zu 4,2 Pf bei 3 A 3 h/Tag in 4 Jahren)	1,43	0,42	0,42	0,42	0,42
Gesamtkosten	12,94	13,18	18,60	20,80	22,80
Kapitalverzinsung 4 Jahre zu 10%	5,17	5,30	7,44	8,32	9,11
Anlagekapital nach 4 Jahren	18,10	18,48	26,02	29,10	31,90
Kosten für Auswechslung der Eisen- mit Kupferleitungen zu 1,39 M/kg	12,75	—	—	—	—
Gesamtkosten der Leitung nach Verlauf von 4 Jahren	30,85	18,48	26,02	29,10	31,90

Eine große Anzahl Gesellschaften baut Kraftübertragungen bis 60 kV und 30 km aus Eisen und ist meistens zufrieden mit den erzielten Ergebnissen.

Die Georgia Railway and Power Co. veröffentlicht die Meßergebnisse einer Drehstrom-Freileitung von 13,8 km Länge, Eisenquerschnitt von 28,6 mm² und Phasenabstand 1,07 m (Abb. 4). Ein Transformator für 25 kVA und 22000/2200/1100/550 V wurde mit der Hochspannungsseite an eine Hauptlinie mit 22 000 V angeschlossen, die Niederspannungsseite an das eine Ende der Eisenleitung, die Phasen der Eisenleitung wurden am anderen Ende abwechselnd kurz geschlossen. Gleichstrom-Widerstandsmessungen wurden durch eine Wheatstonesche Brücke vorgenommen. Die Werte der Schaulinien sind aus den Mittelwerten der Messungen bei den verschiedenen Spannungen berechnet. Die Wirkungsgradkurve ist in der Tafel nicht enthalten. Der Wirkungsgrad betrug bei der Belastung 0,5 A 91%, bei 4 A 88% und bei 8 A 90%. Für eine Kupferleitung würden die beiden Kurven *C* und *F* zusammenfallen.



A: Impedanz, z Ohm.
B: Wechselstromwiderstand $R_w = \frac{W}{J^2}$.
C: Scheinbarer Widerstand $z = \sqrt{z^2 - R_g^2}$ (berechnet aus z und Gleichstromwiderstand R_g).
D: Wechselstromspannung $= J \cdot z$.
E: Gleichstromwiderstand R_g.
F: Reaktanz $x = \sqrt{z^2 - R_w^2}$.
G: Wechselstromleistung.

Abb. 4.

Die Periodenzahl wird in der Quelle leider nicht angegeben. *Brn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Einschränkung des Vorortbahnverkehrs in den Vereinigten Staaten von Amerika.

[Electr. Railway Journ. Bd. 50, S. 1120.]

„The United States Geological Survey" befaßte sich kürzlich mit der Frage der Kohlenersparnis[1]) in größeren Städten durch Einschränkung des Vorortbahnverkehrs während der weniger verkehrsreichen Stunden. Auf vielen Strecken werden jetzt während der ruhigeren Verkehrsstunden eine Anzahl Züge benutzt, während der Verkehr bereits mit 3 oder 4 Wagen bewältigt werden würde. Viele dieser Züge gehen nur, um durch häufigere Fahrten größere Annehmlichkeit im Verkehr zu schaffen. Zuständige Bahnbeamte haben nun der Brennstoffverwaltung mitgeteilt, daß im Durchschnitt 2 von diesen Zügen während des ruhigeren Betriebes sehr gut den Verkehr von 3 Zügen bewältigen könnten, wenn die Fahrt beschleunigt und 1 bis 2 Wagen mehr angehängt würden.

Eine wichtige Bahn schränkte nun kürzlich den Betrieb während der ruhigeren Verkehrsstunden versuchsweise ein, ohne damit den Verkehr ernstlich zu benachteiligen. Die Bahngesellschaft hat auch eine weitere Einschränkung von etwa 10% seiner Vorortzüge in Aussicht gestellt, wobei etwa 1000 t Kohlen im Monat gespart werden können.

Die Brennstoffverwaltung schlägt daher vor, daß die Bahnen in dieser Hinsicht alles tun, was sie können und die Vororte sich durch gemeinschaftliches Vorgehen in das kleinere Übel fügen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 498, 528; 1918, S. 70, 110.

Digitized by Google

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Fabrikschornsteine brauchen bei Ölfeuerung nicht regelmäßig gekehrt zu werden.

Das Bayerische Oberste Landesgericht hat in seiner Entscheidung vom 16. III. 1916 eine Verletzung des § 386 Ziff. 8 StrGB., d. h. eine Nichtbefolgung feuerpolizeilicher Anordnung verneint, in einem solchen Falle, in welchem ein Fabrikant nach Einführung der Ölfeuerung in seinem Betriebe die durch die Verkehrsordnung vom 26. III. 1903 vorgeschriebene Reinigung der Kamine nicht mehr hatte ausführen lassen. Das Urteil geht davon aus, daß bei Ölfeuerung sich kein Ruß ansetzt, die Reinigungsvorschrift lediglich erlassen ist zur Erzwingung rechtzeitiger Beseitigung des feuergefährlichen Rußes und daher nicht anwendbar ist, wenn ein Kamin mit einer in Benutzung stehenden Feuerstätte verbunden ist, wegen der Beschaffung des zur Feuerung verwendeten Stoffes (im gegebenen Falle Öl) jedoch der Ansatz von Ruß und daher Bildung eines feuergefährlichen Zustandes ausgeschlossen ist.

Dr. Cantor.

Strafrechtliche Folgen der Verletzung einer Telephonistin durch übermäßiges Drehen der Kurbel.

Ein Privatmann, der durch unvorsichtige Handhabung des Fernsprechapparates eine Telephonistin körperlich schädigt, wird nach § 230 Str. G. B. mit Geldstrafe bis zu 900 M oder mit Gefängnis bis zu zwei Jahren bestraft, wenn er fahrlässig gehandelt hat; die Strafe kann bis auf 3 Jahre erhöht werden, wenn der Betreffende zu der aus den Augen gesetzten Aufmerksamkeit vermöge seines Gewerbes besonders verpflichtet ist. Nach einem Urteil des O. L. G. Düsseldorf vom 16. I. 1917 kommt diese Straferhöhung in Betracht bei einem Kaufmann, der den Fernsprecher als solchen fortgesetzt stark benutzt. In dem zur Entscheidung stehenden Falle macht das Gericht folgende für die Kaufmannswelt beachtliche Bemerkungen:

Der Angeklagte war zu erhöhter Aufmerksamkeit verpflichtet. Er hat drei Fernsprechanschlüsse, die er zu Geschäftszwecken vielfach benutzt; sein Geschäft ist auf den Verkehr mittels Fernsprecher eingestellt. Er hat sich häufig bei den Fernsprechangestellten beschwert und ist hierbei oft vor unsachgemäßer Benutzung des Fernsprechers gewarnt worden; er ist insbesondere darauf hingewiesen worden, daß er während bestehender Verbindung den Wecker nicht in Bewegung setzen dürfe. Der Angeklagte hat sich also durch die häufige und zu geschäftlichen Zwecken ausgeübte Benutzung des Fernsprechers, mithin vermöge seines Gewerbes eine besondere Sachkunde bezüglich dieser Benutzung erworben. Diese besondere Sachkunde verpflichtete ihn zu einer besonderen und aufmerksameren Handlungsweise als die von jedem Beliebigen zu beanspruchende. *Sk.*

Man wird diesen Fall schwerlich verallgemeinern dürfen. So läßt es sich z. B. in Anlagen, die von einer Hauptstelle aus mehrere Nebenstellen bedienen, gar nicht vermeiden, daß letztere, wenn sie nach längerem Warten auf die Meldung des Amtes ihre Hauptstelle nochmals „ankurbeln", in der Tat dieses Zeichen in das bereits angeschlossene Amt schicken. Auch ist im vorliegenden Streitfalle zu berücksichtigen, daß die wohl durch die Herstellung der Verbindung hervorgerufenen Knackgeräusche bei Personen mit feinem Hörorgan sehr fühlbare und schmerzhafte Empfindungen verursachen, die denen des Amtspersonals beim Ankurbeln mindestens gleichwertig sein dürften. D. S.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9320.

Betr. Jahresversammlung.

Die 24. Jahresversammlung wird am 31. Mai und 1. Juni in Berlin abgehalten und mit einer Feier des 25jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker verbunden werden.

Am Freitag, den 31. Mai, findet vormittags eine Sitzung des Vorstandes, nachmittags eine solche des Ausschusses statt. Am Sonnabend, den 1. Juni, ist für vormittags 9½ Uhr die Festversammlung, in welcher nach einer Ansprache des Vorsitzenden und Begrüßung der Gäste ein Festvortrag von Herrn Prof. Dr.-Ing. Petersen, Darmstadt, über „die Hochspannungsstraßen der Elektrizität" gehalten werden wird, angesetzt. Am Nachmittag findet eine 2. Verbandsversammlung statt, in welcher die geschäftlichen Angelegenheiten, Wahlen usw. ihre Erledigung finden werden.

Für Abends 6 Uhr ist ein Festmahl geplant, an das sich ein vom Elektrotechnischen Verein zu veranstaltender Bierabend anschließen wird.

Die ausführliche Tagesordnung wird in kurzer Zeit bekanntgegeben werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

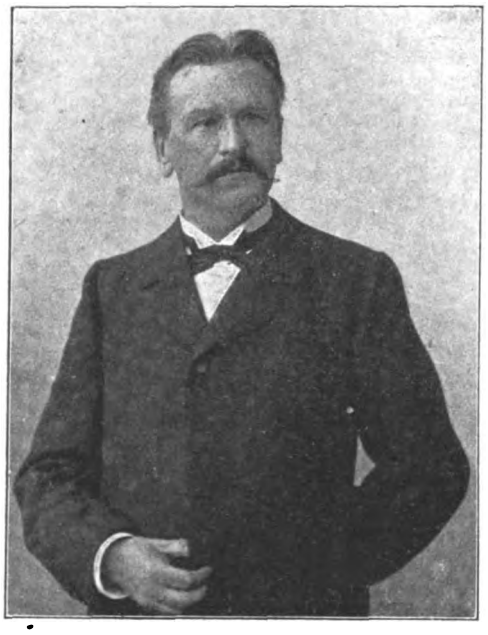
Der Vorsitzende: Klingenberg — Der Generalsekretär: Dettmar.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

H. Bissinger †.

Am 11. Januar d. Js. starb in München der ehemalige Technische Direktor der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, Hermann Bissinger. Der Verstorbene wurde am 26. III. 1849 zu Karlsruhe i. B. als Sohn eines Gymnasialprofessors geboren, besuchte von 1857 bis 1865 das Karlsruher Gymnasium und verbrachte seine Studienzeit an der dortigen Technischen Hochschule. Am 20. VI. 1870 zu den Waffen gerufen, machte Bissinger den Deutsch-Französischen Krieg als Leutnant mit; er trug am 30. X. im Straßenkampf von Dijon eine schwere Kopfwunde



H. Bissinger †.

davon, deren Heilung nahezu 2 Jahre in Anspruch nahm. Mit dem Eisernen Kreuz und dem Bad. Orden vom Zähringer Löwen mit Schwertern geschmückt, benutzte er die unfreiwillig aufgedrungene Arbeitspause zur Erweiterung seiner Studien sowie zur praktischen Ausbildung; indem er sich mit allen Prozessen der Maschinenfabrikation und besonders des Maschinenbaues aufs genaueste bekannt machte. Nachdem er bis zum Jahre 1876 in privaten industriellen Betrieben tätig war, trat er nunmehr bei der Generaldirektion der Großh. Bad. Staatseisenbahnen ein, wurde 1877 Großherzogl. Maschineningenieur, 1881 Maschineninspektor, 1883 Kollegialmitglied und Baurat. Hier wurde Bissinger in seinem umfangreichen Geschäftskreis u. a. mit der Einführung der elektrischen Beleuchtung und Kraftübertragung innerhalb der Bahnverwaltung betraut, wodurch er auch mit Schuckert, Nürnberg, in Beziehungen kam. Beim Bau der Höllentalbahn wurden seine patentierten Neuerungen an Zahnstangen (Patent Klose-Bissinger) für die dortige Zahnradbahn in Anwendung gebracht, und für die Schwarzwaldbahn die Luftbremsen nach seinen Angaben ausgeführt. Seine großangelegten Bremsversuche im Jahre 1889 mit 50 Wagen mit durchgehender Westinghousebremse wirkten entscheidend auf die allgemeine Einführung der Westinghousebremse in Deutschland.

Im Jahre 1891 übernahm Bissinger die Stellung des Technischen Direktors bei der damaligen Kommanditgesellschaft Schuckert & Co., nachdem ihm fast zu gleicher Zeit der Posten eines Generaldirektors bei Humboldt in Kalk b. Köln, woselbst er früher als Ingenieur tätig gewesen war, angeboten worden war. In diesem, seinen neuen Wirkungskreise, der ihm die technische Ordnung und Leitung eines kraftvoll aufblühenden Werkes zuwies, kam die organisatorische Befähigung Bissingers zur vollen Entfaltung. Der von ihm beschrittene Weg führte ihn unter Aufwendung zäher Arbeitskraft sicher zum Ziele. Dieses letztere allein klar vor sich sehend, vermied er, sich persönlich allzuviel mit Einzelheiten zu befassen, verstand er es, sich einen Stab befähigter technischer Mitarbeiter zur Seite zu stellen, denen er diese Einzelbearbeitungen der Aufgaben anvertrauen konnte. In Bissinger vereinigten sich wissenschaftliche Strenge und Sachlichkeit und menschliche Güte in seltenem Maße, und seiner Persönlichkeit sind die starke Schaffensfreude und der hohe wissenschaftliche und technische Stand der Leistungen der Schuckertgesellschaft in Nürnberg zuzuschreiben, an die sich alle Mitarbeiter jener Zeit, als einer der schönsten Arbeitsperioden ihres Lebens, immerfort erinnern. Im Jahre 1902 veranlaßten ihn die Verhältnisse, aus der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co. freiwillig auszutreten.

Vom Jahre 1898 bis 1900 Vorsitzender des Vereins Deutscher Ingenieure, hatte Bissinger vorher den Fränkisch-Oberpfälzischen Bezirksverein in Nürnberg ins Leben gerufen.

1905 siedelte Baurat a. D. Bissinger nach München über; doch war es ihm leider wegen schwerer Leiden nicht vergönnt, die Früchte seines erfolgreichen Lebens zu genießen. Er ertrug mit bewunderungswerter Geduld seine Beschwerden, war von Oktober 1916 an ständig ans Krankenzimmer gefesselt, bis am 11. I. 1918 sein Leben einen stillen Abschluß fand.

Hochschulnachrichten. Der a. o. Professor und Direktor des Instituts für Schwachstromtechnik an der Technischen Hochschule Dresden, Dr. H. Barkhausen, wurde zum ordentlichen Professor ernannt. — Der ordentl. Professor der Experimentalphysik an der Universität Rom, Dr. P. Blaserna, ist gestorben.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der heutige Stand der Überlandstromversorgung in Deutschland.

In seinem obigen Aufsatz in der „ETZ" 1918, S. 41 bespricht Herr Direktor MEIER u. a. auch kurz die Verhältnisse der Stromversorgung in der Provinz Schleswig-Holstein. Hierbei wird die Ansicht ausgesprochen, daß in dieser Provinz großen Bedürfnissen nicht mehr abzuhelfen sei, weil nach der Statistik des Verbandes Deutscher Elektrotechniker vom Jahre 1913 dort 195 Elektrizitätswerke im Betriebe sich befinden und angenommen werden darf, daß es sich in diesem Falle um selbständige Werke handelt.

Ich kann diese Auffassung nicht teilen. Zwar ist die genannte Statistik zweifellos richtig und ebenso auch die Annahme des Herrn MEIER, daß alle diese Werke als selbständig angesehen werden dürfen. Ziehen wir nun aber von den vorhandenen 195 Elektrizitätswerken 20 größere bzw. mittlere, d. h. verhältnismäßig leistungsfähige Werke ab, welche letztere — in der Regel Gleichstromzentralen — vorzugsweise die Städte und die unmittelbar daran grenzenden Landgemeinden mit Strom versorgen, dann erhalten wir als Rest die Anzahl von 175 kleinen und kleinsten Werken, deren Durchschnittsmaschinenleistung den Betrag von 40 kW kaum erreichen wird. Daß also diese letztgenannten Werke den vorliegenden Bedarf an elektrischer Energie des noch der Überlandversorgung entbehrenden großen Gebietes auch nur annähernd zu decken vermögen, ist vollkommen ausgeschlossen. Ferner kann die große Mehrzahl dieser kleinen Werke an eine ausgiebige Kraftversorgung, selbst der an das Netz angeschlossenen Verbraucher, überhaupt nicht denken, und gerade in dieser Hinsicht liegt bei der Landwirtschaft ein so dringendes Bedürfnis vor. Endlich arbeiten wohl fast alle betreffenden Werke, unbeschadet natürlich der durch den Krieg bedingten Zustände, ganz enorm unwirtschaftlich.

Digitized by Google

Die bestehenden Unzulänglichkeiten — worauf ich bereits vor kurzem auch in der hiesigen Tagespresse hingewiesen habe — können nur behoben und das entschiedene Bedürfnis an elektrischer Energie kann nur befriedigt werden durch eine möglichst differenzierte Überlandversorgung des betreffenden Gebietes.

Die von Herrn MEIER erwähnten Projekte der Überland-Elektrizitätsversorgung der hiesigen Provinz liegen, soweit ich unterrichtet bin, in privaten Händen. Ob durch die Ausführung derselben eine allseitig befriedigende Lösung der Aufgabe möglich ist, erscheint mir fraglich. Vielmehr werden die eigenartigen Siedelungsverhältnisse verschiedener Gebietsteile die Mitwirkung öffentlicher Körperschaften erforderlich machen.

Oldersbek, Kr. Husum, 8. II. 1918.

Peter Clausen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Eine Einführung. Von Franz Seufert, Ingenieur und Oberlehrer a. d. Königl. höheren Maschinenbauschule in Stettin. Mit 90 Abb., 4 Tafeln. V und 117 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 5,60 M.

Im Vorwort des vorliegenden Werkes weist der Verfasser darauf hin, daß das Buch eine Lücke ausfüllen soll, welche besteht zwischen den großen klassischen Werken auf diesem Gebiete einerseits und den kleineren, rein beschreibenden Werken anderseits, die mehr für die Allgemeinheit bestimmt sind und auf Berechnung, Theorie und Wirtschaftlichkeit nicht eingehen. Es ist allerdings ein dringendes Bedürfnis nach einem derartigen Werk zuzugeben, namentlich mit Rücksicht auf die immer mehr zunehmende Bedeutung der Verbrennungskraftmaschine für Verkehrswesen und Landwirtschaft. Der Verfasser hat es verstanden, mit glücklicher Hand aus der Fülle des Stoffes und der ihm vom Verlage aus anderen Werken zur Verfügung gestellten Abbildungen das richtige auszuwählen, so daß bei aller Knappheit der Darstellung ein empfehlenswertes Büchlein geschaffen wurde.

Wenn daher im folgenden einige Punkte erwähnt werden, in welchen das Werk noch verbesserungsbedürftig wäre, soll damit dessen Wert in keiner Weise herabgesetzt werden. Im ersten Abschnitt erscheint die Darstellung der Vorteile der Kompression (S. 5) nicht ganz einwandfrei. Daß infolge des höheren Druckes eine größere Menge Gemisch bei jedem Hub in den Zylinder tritt, ist wohl nicht ein Vorteil der Kompression, sondern gilt höchstens für den Fall, daß vor dem Eintritt des Gemisches in den Zylinder eine Vorkompression stattfindet. Dagegen bringt die Erhöhung der Kompression eine Verminderung des Volumens des Kompressionsraumes und damit der Menge der im Zylinder zurückbleibenden Verbrennungsgase. Punkt 3, welcher die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch die Kompression betrifft, wäre an erster Stelle zu nennen gewesen. Hier wäre eine leicht verständliche kurze Begründung am Platze, dahingehend, daß ein guter thermischer Wirkungsgrad eine möglichst weitgehende Temperaturabnahme im Zylinder durch Expansion bedingt, daß diese Temperaturabnahme um so größer wird, je größer der Höchstdruck im Zylinder ist, daß ferner dieser Höchstdruck dem Kompressionsenddruck proportional ist, und daß endlich trotz des nicht unwesentlichen Arbeitsaufwandes für die Kompression dabei ein erheblicher Überschuß an Nutzleistung übrig bleibt. Bei Besprechung der Automobilmaschine wäre es vielleicht zweckmäßig, den Vorteil der oben liegenden Ventile wie geringere Oberfläche daher geringere Wandungsverluste und niedrigerer Brennstoffverbrauch, kleinerer Kühler usw. noch mehr hervorzuheben, als in der Anmerkung geschehen ist.

Die Angaben für die Höchstleistung der Dieselmaschinen für Schiffsantrieb (1000 bis 1600 PS) entsprechen nicht entfernt den heute erreichten. Soviel bekannt, war schon vor dem Kriege eine 12 000 PS-Versuchsmaschine im Bau. Der Abschnitt über Glühkopfmaschinen ist im Verhältnis zu deren heutiger Bedeutung etwas dürftig, namentlich fehlt eine Konstruktionszeichnung. Auf S. 69 ist von einem selbsttätigen Einlaßventil die Rede, während die Wirkungsweise eines solchen Ventils im Vorangehenden nirgend erläutert wurde.

Sehr zu begrüßen ist die Aufnahme eines Abschnittes über das Massendruck- und Tangentialdruckdiagramm. Beim Vergleich der Gichtgasmaschine mit der Dampfmaschine (S. 97) schneidet letztere zu ungünstig ab. Ein Kesselwirkungsgrad von 0,7 ist bei Anwendung von Vorwärmern zu niedrig, der Dampfverbrauch der Maschine mit 8 kg/PSh (heute werden 4 kg erreicht) zu hoch angenommen. Mit großen Turbinenanlagen dürfte heute das Doppelte der angegebenen Leistung, d. h. höchstens 25 bis 30 % weniger als mit Gasmaschinen erreichbar sein. Auch im Kapitel über Wirtschaftlichkeit ist der Wirkungsgrad der Dampfmaschine etwas zu ungünstig angegeben.

Daß mit einer einzigen Ausnahme auf die Wiedergabe von Abbildungen von Maschinen verzichtet wurde, gereicht dem Werke nur zum Vorteil; anderseits ist die im Verhältnis reiche Ausstattung mit Figuren und Zeichnungen in bekannter vorzüglicher Ausführung ein besonderer Vorzug des Buches. Angenehm wäre eine kurze Angabe des dargestellten Gegenstandes bei den einzelnen Figuren.

Das besprochene Buch kann jedenfalls allen, die mit Verbrennungsmaschinen zu tun haben, warm empfohlen werden, und man geht wohl nicht fehl, wenn man ihm eine sehr gute Aufnahme voraussagt.

Felix Langen, z. Z. im Felde.

Die staatliche Elektrizitäts-Großversorgung Deutschlands. Von Dr.-Ing. Dr. rer. pol. August Jung. 121 S. in 8°. Verlag von Gustav Fischer. Jena 1918. Preis 4 M.

Der Verfasser ist Anhänger des staatlichen, u. zw. des Reichs-Elektrizitätsmonopols. Er verlangt nicht nur die Stromerzeugung und die Hauptfernleitungen in die Hände des Staates gelegt, sondern im Interesse einer besseren Rentabilität auch die Zuführung bis zu den Großabnehmern (Städte, Landgemeinden, Landgüter, Industrien). Die Anlagekosten werden hierbei auf 2 Milliarden M geschätzt, der Überschuß auf 5 %, d. h. auf 100 Mill. M. Daß unter Schonung der bestehenden Interessen nur eine allmähliche Verstaatlichung eintreten kann, wird als selbstverständlich angesehen.

Für den Ausbau der staatlichen Elektrizitätsversorgung in dem geforderten Umfange werden genaue Vorschläge gemacht, z. B. die Einrichtung eines Reichs-Elektrizitätsamtes, von Landes-Elektrizitätsämtern für die Bundesstaaten, Provinz-Elektrizitätsämtern, Kreis-Elektrizitätsämtern, welche letzteren auch die Kundenwerbung zu übernehmen hätten.

Als Tarif wird der vom Verfasser aufgestellte „Zeitzählertarif" empfohlen.

Die Ausführungen über den Ausbau, z. B. die Notwendigkeit des großen Beamtenstabes, beweisen, daß bei dem vorgeschlagenen Umfang der Verstaatlichung mancherlei Schwierigkeiten zu überwinden sind.

Die eingehende Behandlung aller Fragen und Verhältnisse, u. a. die Kritik der anderweit gemachten Vorschläge, zeigen, daß der Verfasser mit Fleiß und Verständnis sich seiner Arbeit unterzogen hat, und gibt dem Buche — trotzdem die Literatur mit einschlägigen Schriften genügend gesättigt ist — ein Anrecht, auch von größerem Kreise gelesen zu werden.

Heinz Aumann.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Handbuch für Funkentelegraphisten. Lehr- und Übungsbuch auch für den Selbstunterricht, amtlich eingeführt bei der Staatlichen Seefahrtschule in Hamburg. Von Otto Ohlsberg. Zweite durchgesehene Aufl. Mit 52 Abb., 14 Beilagen. XVI u. 275 S. in 8°. Verlag von R. v. Decker. Berlin 1918. Preis geb. 18 M.

Sonderabdrucke.

H. Boruttau. Der Mechanismus des Todes durch elektrischen Starkstrom und die Rettungsfrage. „Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen", 3. Folge, Bd. 55, Heft 1. (Vgl. „ETZ" 1918, S. 81, 94.)

H. W. L. Brückman. Over exponentieele wisselstroomen en hunne berekening. „Handelingen van het XVIe Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres, gehouden op 12, 13 en 14 April 1917 te s'Gravenhage".

F. Neureiter. Die Lebenswerte der technischen Wissenschaften. „Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins."

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Sachsenwerk, Licht- u. Kraft-A.G., Dresden.[1]) Nach dem Bericht über das 15. Geschäftsjahr 1917 betrugen der Gewinn 9,256 Mill. M (5,846 i. V.), die allgemeinen Unkosten 1,203 Mill. M (0,817 i. V.), Kriegsunterstützungen 1,476 Mill. M (0,658 i. V.), Steuern 0,707 Mill. M (0,213 i. V.), Abschreibungen 1,749 Mill. M (1,450 i. V.), sonstige Zuwendungen, Reservefonds, Kriegsreserve usw. 1,406 Mill. M (1,400 i. V.). Von dem Gesamtgewinn von 6,031 Mill. M (4,262 i. V.) erhalten Vorstand und Aufsichtsrat 0,417 Mill. M (0,219 i. V.), als Dividende werden 30 % (20 i. V.) auf 7,5 Mill. M Aktienkapital (4,5 i. V.) vorgeschlagen, der Rest von 0,209 Mill M (0,193 i. V.) wird vorgetragen. Die Bilanz, welche mit 26,925 Mill. M (18,699 i. V.) abschließt, bewertet Grundstücke und Gebäude mit 2,5 Mill. M (wie i. V.), Effekten mit 7,617 Mill. M (2,962 i. V.), Waren mit 5,531 Mill. M (7,978 i. V.), Anlagen und Beteiligungen mit 0,330 Mill. M (0,414 i. V.), Bankguthaben und Schuldner mit 10,663 Mill. M (4,404 i. V.); letzterem Posten stehen Gläubiger und Kriegssteuerrücklage mit 9,798 Mill. M (7,532 i. V.) gegenüber. Maschinen, Betriebsanlagen, Werkzeuge, Inventar, Modelle und Patente sind auf je 1 M abgeschrieben. -z.

Norddeutsche Kabelwerke A.G., Neukölln[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 0,767 Mill. M (0,406 i. V.) und der Reingewinn 0,361 Mill. M (0,209 i. V.). Es sollen 12 % Dividende auf 1,5 Mill. M und 6 % auf 0,5 Mill. M (i. V. 10 % auf 1,05 Mill. M und 2½ % auf 0,45 Mill. M) gezahlt werden. Das Aktienkapital beträgt jetzt 2,5 Mill. M.

Straßenbahn Herne — Sodingen — Castrop. Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916 wurden 419 766 Wagenkm (417 306 i. V.) gefahren, befördert wurden 1,711 Mill. Fahrgäste (1,501 i. V.) mit 0,206 Mill. M Fahrgeldeinnahmen (0,174 i. V.). Die Einnahme für die beförderte Person betrug 12,03 Pf (11,56 i. V.), für 1 Wagenkm 49,03 Pf (41,58 i. V.). Der Betriebsüberschuß stellte sich auf 88 165 M (66 531 i. V.).

Firmenverzeichnis.

Volta Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Hannover. Gegenstand: Vertrieb technischer und elektrotechnischer Bedarfsartikel, Maschinen und Apparate für Stark- und Schwachstrom, evtl. auch Beteiligung an Fabrikationsunternehmungen. Stammkapital: 21 000 M.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Kritschen, Kr. Öls, (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50).

Türkei. In Caraman (Vilajet Konia) wurde eine türkische Elektrizitätsgesellschaft zur Beleuchtung der Stadt und zur Gründung verschiedener Fabriken mit einem Kapital von 200 000 türk. Pfd. gegründet.

Verschiedene Nachrichten.

Lieferungsbedingungen für Elektrizitätszähler. Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, die Aron Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Charlottenburg, die Bergmann Elektricitäts-Werke A.G., Berlin, die Danubia A.G., Straßburg-Neudorf i. E., die Isaria-Zählerwerke A.G., München, die Körting & Mathiesen A.G., Leipzig-Leutsch, und die Siemens-Schuckertwerke, Berlin, geben bekannt, daß sie neue Verkaufs- und Lieferungsbedingungen für Elektrizitätszähler vereinbart haben. Zu den festgesetzten Grundpreisen kommt ein Teuerungszuschlag von 100 %, der nicht als feststehend gilt, sondern je nach Erfordernis einer Änderung unterworfen ist. Für die Berechnung kommt deshalb nachstehender Grundsatz in Betracht: Wurde die Lieferung innerhalb 2 Monaten vom Tage des Auftragseingangs ausgeführt, so erfolgt die Berechnung zu dem am Bestelltage gültigen Zuschlage; bei späterer Lieferung kommt derjenige Teuerungszuschlag in Anwendung, der 2 Monate vor dem Lieferungstage gültig war, mindestens aber derjenige Zuschlag, der am Tage der Bestellung Gültigkeit hatte.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 228.
[2]) Bericht über 1914/15 vgl. „ETZ" 1916, S. 312.

Abschluß des Heftes: 5. April 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: H. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 18. April 1918.** **Heft 16.**

Die Energieverluste in Hochspannungs-Fernleitungen.

Von Ingenieur **Fritz Hoppe**, Berlin.

Übersicht. Da es heute und in der nächsten Zukunft in erster Linie darauf ankommen wird, Material zu sparen, so wird darauf hingewiesen, daß man bei der Berechnung der Leitungen mit der Annahme des zulässigen Energieverlustes unbeschadet der Wirtschaftlichkeit wesentlich höher gehen kann, als bisher allgemein üblich. Die Grenzen werden hauptsächlich durch Rücksichten auf die zulässigen Spannungsverluste und die Koronaverluste zu bestimmen sein.

Bei der Berechnung der Leitungsquerschnitte für Fernübertragungen spielt die Wahl der Höhe der prozentualen Energieverluste eine große Rolle. Die Erwägungen, die man dabei anstellen muß, sind zweierlei Art; sie beziehen sich darauf, daß geringe Querschnitte höhere Energieverluste bedingen, d. h. also, daß durch Verringerung der Anschaffungskosten und Kapitaldienstkosten (also der indirekten Betriebskosten) höhere direkte Betriebskosten entstehen. Diese beiden gegenläufigen Beziehungen miteinander in Einklang zu bringen und das wirtschaftlich günstigste Ergebnis zu ermitteln, muß Sache des entwerfenden Ingenieurs sein. Infolge der durch den Krieg verursachten Materialknappheit muß jedoch jetzt und in der nächsten Zukunft das Hauptaugenmerk bei den Projekten darauf gerichtet sein. Material zu sparen, und hinter diesem Gesichtspunkt muß häufig die Wirtschaftlichkeit zurückstehen.

Die Frage, die in folgendem kurz erörtert werden soll, ist die, welche prozentualen Energieverluste man bei Fernübertragung den Berechnungen zugrunde legen soll, bzw. welche Überlegungen bei der Festlegung dieses Prozentsatzes anzustellen sind.

Eine Leitung wird für einen bestimmten Anschlußwert unter der Annahme eines bestimmten, maximal gleichzeitig auftretenden Verbrauchs berechnet. Wie groß dieses Maximum im Verhältnis zum Anschlußwert ist, hängt von den jeweils vorliegenden Verhältnissen ab. Handelt es sich um Überlandkraftwerke, also um Anschluß von Ortschaften verschiedenen Charakters, so kann man das Maximum zu $^1/_3$ des Anschlußwertes annehmen, wenn nicht besondere Verhältnisse zu einer abweichenden Annahme zwingen.

Steht das Maximum fest, für welches eine Leitung bemessen werden soll, so hat man zunächst zu bedenken, daß es eine untere Grenze des Querschnittes gibt, die nicht unterschritten werden kann, einmal wegen der Stromwärme, zweitens wegen der Festigkeit und Sichtbarkeit, drittens wegen der Koronaverluste und viertens bei Kabelleitungen wegen der Spannung. Bei Freileitungen aber hat man sich noch zu erinnern, daß auch nach oben hin der Querschnitt beschränkt ist, da man praktisch nur bis zu gewissen Maximalquerschnitten Leitungen noch frei spannen kann.

Als Leitungsmaterial für Freileitungen kommen Kupfer, Aluminium und Eisen, für Kabelleitungen z. Zt. außerdem noch Zink in Betracht. Bezeichnet man den Widerstand des Kupfers mit 1, so ist ungefähr der von Aluminium 1,7, Zink 3,5, Eisen 7,5. In diesem Verhältnis müssen also die Leitungsquerschnitte stehen, wenn man gleichen Spannungs- bzw. Energieverlust zugrunde legt.

Die höheren spezifischen Widerstände bedingen aber auch, daß die Strombelastung der einzelnen Drahtsorten verschieden ist.

Die zulässige Belastung von Freileitungen und Kabel ist durch den Verband Deutscher Elektrotechniker festgelegt und aus den Verbandsnormalien zu ersehen.

Kleinste und größte Querschnitte.

Die kleinsten und größten Querschnitte für Kabel sind folgende:

Zahlentafel 1.

	Kleinste	Größte
	gebräuchliche Querschnitte in mm²	
Einleiterkabel bis 750 V	1	1 000
Verseilte Zweileiterkabel		
bis 700 V . . .	1	400
700 „ 2 000 „ . . .	4	400
2 000 „ 3 000 „ . . .	4	310
3 000 „ 10 000 „ . . .	10	240
10 000 „ 12 000 „ . . .	16	185
12 000 „ 15 000 „ . . .	25	150
Verseilte Dreileiterkabel		
bis 700 V. . . .	1	400
700 „ 2 000 „ . . .	4	400
2 000 „ 4 000 „ . . .	4	310
4 000 „ 5 000 „ . . .	4	240
5 000 „ 10 000 „ . . .	10	240
10 000 „ 12 000 „ . . .	16	240
12 000 „ 15 000 „ . . .	25	185
15 000 „ 20 000 „ . . .	25	150
20 000 „ 25 000 „ . . .	50	150
25 000 „ 30 000 „ . . .	50	120
Verseilte Vierleiterkabel		
bis 700 V . . .	1	310
700 „ 3 000 „ . . .	4	310
3 000 „ 6 000 „ . . .	10	240
6 000 „ 10 000	16	185

Für Freileitungen ist als kleinster zulässiger Querschnitt (hauptsächlich wegen der Sichtbarkeit) 10 mm² festgesetzt. Für Aluminium muß der Mindestquerschnitt 25 mm² sein.

Mit Rücksicht auf die Koronaverluste und die Konstruktion der Leitungsträger empfiehlt G. Klingenberg folgende kleinsten Querschnitte:

Zahlentafel 2.

Spannung in V	Kleinster Querschnitt in mm²	Leiterabstand in cm
30 000	16	110
40 000	25	120
50 000	35	135
60 000	35	155
70 000	50	175
80 000	50	200
90 000	70	225
100 000	70	250

Für Freileitungen kommen als maximaler Querschnitt bei Kupfer und Eisen 120 bis 150 mm², bei Aluminium 240 bis 310 mm² in Betracht.

Äußere Durchmesser der Kabel.

Der äußere Durchmesser der Kabel, ein Maß, welches man beim Projektieren häufig braucht, ist aus nachstehender Zahlentafel zu entnehmen.

Zahlentafel 3.

Äußerer Durchmesser in mm.

Querschnitt jeder Ader mm²	Einfach-Bleikabel: mit blankem Bleimantel	Einfach-Bleikabel: mit asphaltiertem Bleimantel	Einfach-Bleikabel: mit Eisenarmierung	Zweifach verseilte Bleikabel: mit blankem Bleimantel	Zweifach verseilte Bleikabel: mit asphaltiertem Bleimantel	Zweifach verseilte Bleikabel: mit Eisenarmierung	Dreifach verseilte Bleikabel: mit blankem Bleimantel	Dreifach verseilte Bleikabel: mit asphaltiertem Bleimantel	Dreifach verseilte Bleikabel: mit Eisenarmierung
1	7	11	16	12	16	20	13	17	21
1,5	7	11	16	13	17	21	14	17	22
2,5	8	12	17	14	18	22	15	18	22
4	9	13	17	15	19	23	16	19	25
6	9	13	17	16	20	25	17	21	26
10	10	14	18	17	21	29	19	22	30
16	12	16	22	21	25	32	22	26	35
25	13	17	25	23	27	36	25	29	38
35	15	19	26	26	30	39	28	32	41
50	16	20	28	29	33	42	32	35	44
70	18	22	30	33	37	46	36	39	48
95	20	24	31	37	41	50	40	43	52
120	22	26	34	40	44	54	43	47	57
150	24	28	36	44	48	58	47	51	61
185	26	30	29	48	52	62	52	56	66
240	29	33	42	54	58	68	58	62	72
310	32	36	45	61	65	75	66	70	80

Querschnittsberechnung auf Energieverlust.

Der Gang der Rechnung ist bekanntlich der, daß man einen bestimmten prozentualen Energieverlust (p%) bei dem voraussichtlich zu erwartenden Verbrauch (kW) annimmt. Dann ist

bei Gleichstrom:

$$q = \left(\frac{2 \cdot s \cdot 10^5}{E^2}\right) \frac{L \cdot kW}{p},$$

bei Drehstrom:

$$q = \left(\frac{s \cdot 10^5}{E^2}\right) \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} \cdot \frac{L \cdot kW}{p};$$

darin bedeuten:

s spezifischer Widerstand,
E Übertragungsspannung in V,
L Übertragungsentfernung in m,
kW zu übertragende Kilowattzahl,
$\cos \varphi$ Leistungsfaktor.

Setzt man s für Kupfer gleich $^1/_{50}$, so erhält man die vereinfachten Querschnittsformeln

für Gleichstrom $q = \frac{4000}{E^2} \cdot \frac{L \cdot kW}{p}$,

für Drehstrom $q = \frac{2000}{E^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} \cdot \frac{L \cdot kW}{p}$.

Liegen also L, kW, E und $\cos \varphi$ fest, und hat man p angenommen, so ergibt sich der Querschnitt.

Den für Kupfer ermittelten Querschnitt muß man dann multiplizieren

für Aluminium mit 1,7
für Zink „ 3,5
für Eisen „ . . . . . 7,5.

Wie hoch aber soll man nun den Wert von p annehmen?

Digitized by Google

Um diese Frage zu beantworten, muß man sich zunächst über den Zusammenhang zwischen Maximalverbrauch, Jahresarbeit und Jahresverluste klar werden.

Jahresarbeit und Jahresverluste.

In Abb. 1 bis 4 sind Belastungskurven dargestellt, wie man sie für Überlandkraftwerke als günstigsten Fall annehmen kann. Um bequemeres Rechnen zu haben, sind die Kurven sprungweise sich ändernd angenommen, was in Wirklichkeit nicht zutrifft, auf die Richtigkeit der aus der Rechnung gezogenen Schlüsse aber keinen Einfluß hat.

Abb. 1 stellt die Kurve am Maximaltage dar, Abb. 2 gilt für die drei Wintermonate, Abb. 3 für die drei Frühjahrsmonate und drei Herbstmonate und Abb. 4 für die drei Sommermonate, u. zw. geben die Kurven Mittelkurven für die betreffenden Jahreszeiten. Das Maximum ist zu 100, die dabei auftretenden Energieverluste ebenfalls zu 100 angenommen. Die Kurven stellen also den Verbrauch in Prozenten des Maximalverbrauches und die Verluste in Prozenten des bei diesem Maximalverbrauch auftretenden Verlustes dar.

In den Abb. 1 bis 4 bedeuten die ausgezogenen Kurven den Verbrauch, die punktierten Kurven die Verluste.

Die Verluste ändern sich proportional mit dem Quadrate des Verbrauches, denn sie ändern sich mit dem Quadrate der Stromstärke.

Man findet aus den Kurven, die in der Zahlentafel 4 zusammengestellten Werte:

Zahlentafel 4.

	Abb.	die mittlere Belastung	die Verluste
am Maximaltag	1	45	27
im Winter	2	40	21
im Frühjahr und Herbst	3	37	17
im Sommer	4	35	14
das ergibt einen Jahresmittelwert von		37	17

Die mittlere Belastung beträgt also 37% der maximalen Belastung, die mittleren Verluste 17% der bei maximaler Belastung auftretenden Verluste. Bezeichnet man mit x die Maximalbelastung in kW und die bei maximaler Belastung auftretenden Verluste mit $\frac{p}{100} \cdot x$, so berechnet sich die Jahresarbeit zu $8760 \cdot \frac{37}{100} \cdot x$,

die Jahresverluste zu $8760 \cdot \frac{17}{100} \cdot \frac{p}{100} \cdot x$.

Das Verhältnis der Jahresverluste zu der Jahresarbeit stellt sich also auf

$$\frac{8760 \cdot \frac{17}{100} \cdot \frac{p}{100} \cdot x}{8760 \cdot \frac{37}{100} \cdot x} = 0{,}0046 \cdot p .$$

Da die in Abb. 1 bis 4 angenommenen Verhältnisse für die Belastung sehr günstig, also für die Verluste sehr ungünstig liegen, so bedeutet die eben ermittelte Zahl, nach oben abgerundet, daß die Jahresverluste im ungünstigsten Falle ungefähr die Hälfte des Prozentsatzes (p) ausmachen, den man bei der Querschnittsberechnung der Rechnung zugrunde gelegt hat.

Dieses Ergebnis muß man im Auge behalten, wenn man sich über die anzunehmende Größe p entscheiden will.

Daß die Belastungsverhältnisse in Abb. 1 bis 4 sehr günstig angenommen sind, geht auch daraus hervor daß man bei einer mittleren Belastung von 37 durch Multiplikation mit der Jahresstundenzahl (8760) rd 340 000 herausbekommt also eine Benutzungsdauer des Maximums (100) von 3400 h/Jahr.

Im folgenden soll nur mit 3000 Benutzungsstunden des Maximums gerechnet werden, mit einer Zahl, die der normalen Maximalausnutzung einer Anlage entspricht.

Wahl von p.

Die Einflüsse der Größe von p auf die Betriebskosten werden am besten an einem Zahlenbeispiel erläutert. Es seien 2000 kW auf 50 km Entfernung zu übertragen bei einem Leistungsfaktor von $\cos \varphi = 0{,}85$ und einer Spannung von 40 000 V Drehstrom. Wählt man $p_1 = 5\%$, so ergibt sich ein Kupferquerschnitt

$$q_1 = \frac{2000 \cdot 50000 \cdot 2000}{40000 \cdot 40000 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}85 \cdot 5} = 35 \text{ mm}^2 .$$

Wählt man dagegen $q_2 = 16$ mm² Kupferquerschnitt, so wird $p_2 = 11\%$.

Bei 2000 kW wird die Jahresarbeit $2000 \times 3000 = 6$ Mill. kWh, die Verluste

im Falle 1 ($p_1 = 5\%$) 2,5% von 6 Mill. = 150 000 kWh,

im Falle 2 ($p_2 = 11\%$) 5,5% von 6 Mill. = 330 000 kWh,

also ein Mehraufwand von 180 000 kWh.

50 km Freileitung in Kupfer kostet zur Zeit (Anfang 1917)

bei 3 × 35 mm²	750 000 M
bei 3 × 16 mm²	550 000 „
demnach Ersparnis .	200 000 M

oder zu 12% verzinst, getilgt und abgeschrieben pro Jahr 24 000 M.

Nimmt man statt 5% Verlust 11%, so muß man in der Station

(statt 2000 + 5% = 2 100 kW)
2000 + 11% = 2 220 kW,

also 120 kW mehr bereitstellen, was einem Zuwachs an Anlagekapital von etwa 24 000 M entspricht, also gegenüber der oben berechneten Ersparnis so gut wie keine Rolle spielt. Die Verzinsung, Tilgung und Abschreibung dieser 24 000 M erfordert rd 3000 M, so daß an Kapitaldienst 24 000 — 3000 = 21 000 M gespart werden.

Dieser Ersparnis steht ein Mehraufwand an Arbeit von 180 000 kWh gegenüber. Rechnet man die Erzeugungskosten einer kWh für den vorliegenden Fall zu 8,4 Pf, so macht dies 15 000 M aus.

Man hat also

Ersparnis an Kapitaldienst . .	21 000 M
Mehraufwand an Arbeit	15 000 „
demnach Ersparnis . .	6 000 M

Die Ersparnis wird größer, wenn die Ausnutzung der Anlage weniger intensiv ist, wenn also die Benutzungsdauer geringer als 3000 h ist, wie es tatsächlich meist der Fall ist.

Um sich ein Bild zu machen, wie diese Summe sich zu den Gesamtkosten stellt, seien kurz die Betriebskosten zusammengestellt.

Anschaffungskosten einer Station für 2100 kW (Kriegspreis) 1,5 Mill. M.	
Kapitaldienst dafür (12%) .	225 000 M
Direkte Betriebskosten für 6,15 Mill. kWh je 8,4 Pf .	517 000 „
	742 000 M.

Man sieht also, man spart zwar nicht allzuviel an Betriebskosten (1% der Gesamtbetriebskosten), aber man spart ganz gewaltig an Material, und das ist jetzt bei der durch den Krieg geschaffenen Lage von der höchsten Wichtigkeit. Allein die Ersparnis an Kupfer beträgt in vorliegendem Beispiel 25 000 kg (Wert 112 500 M), es ist leicht zu ermessen, welche enorme Bedeutung dies jetzt besitzt.

Man könnte im vorliegenden Beispiel noch weitergehen und einen Querschnitt von 10 mm²

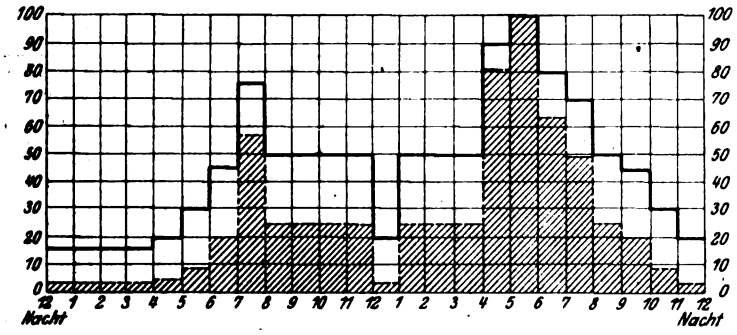


Abb. 1. Belastung am Maximaltag.

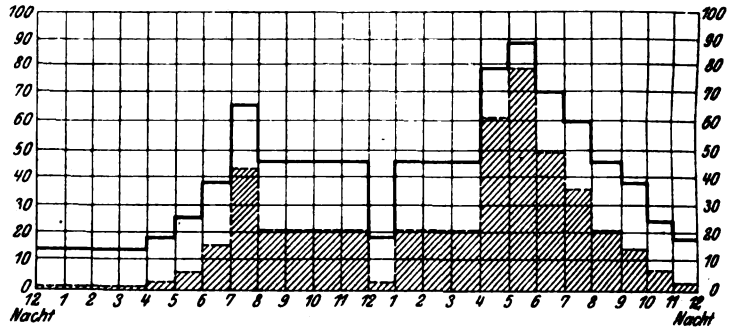


Abb. 2. Belastung in den Wintermonaten.

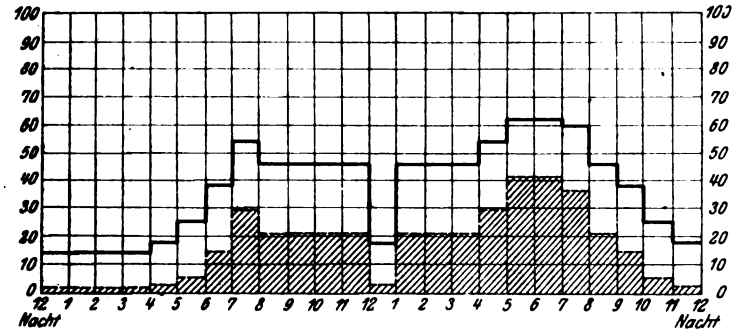


Abb. 3. Belastung in den Frühjahrs- und Herbstmonaten.

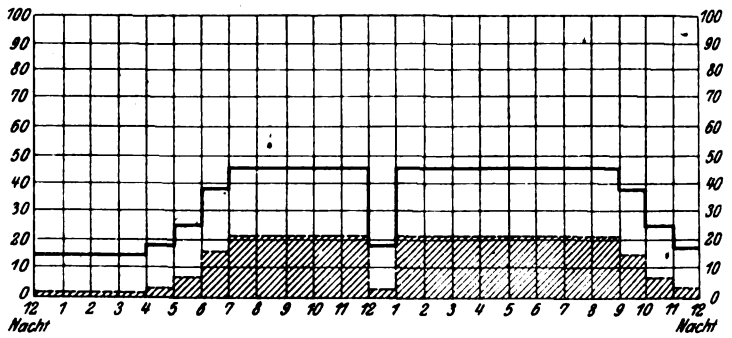


Abb. 4. Belastung in den Sommermonaten.

——— = Belastung. — — — = Verluste.

Digitized by Google

wählen, d. h. also den Verlust auf 17,5% steigern. Dann würden 8,8% von 6 000 000 kWh also rd 525 000 kWh Verlust auftreten, also 195 000 kWh mehr, als bei 16 mm². Der Mehraufwand an Arbeit würde dann 8,4 × 195 000 = 1 620 000 Pf = 16 400 M sein, dem aber eine erhebliche Ersparnis an Kapitaldienst gegenübersteht, so daß sich also voraussichtlich wiederum eine Betriebskostenersparnis, auf alle Fälle aber eine erhebliche Materialersparnis ergibt.

In manchen Fällen, bei Übertragung auf nicht zu große Entfernungen, kann man eine Materialersparnis dadurch erzielen, daß man Kabelleitung statt Freileitung nimmt, da man bei Kabel auf kleinere Querschnitte herabgehen kann als bei Freileitung.

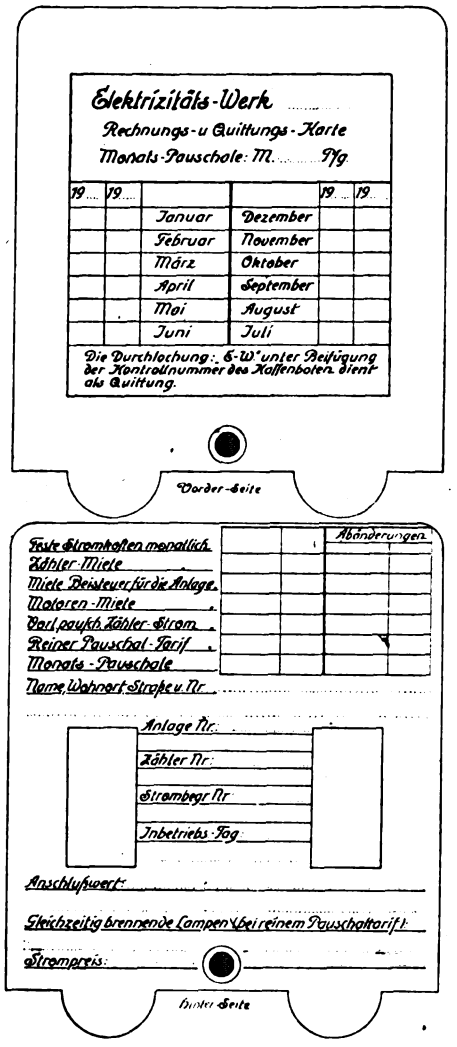
Wenn man z. B. 130 kW bei cos $\varphi = 0{,}85$ und 3000 V Drehstrom übertragen will, so kommt als Freileitung als Minimum 10 mm², bei Kabel 4 mm² in Betracht. Die Herstellungskosten der Kabelleitung dürften billiger, keinesfalls teurer als die Freileitung sein, die Jahresverluste sind zwar höher, aber der Unterschied ist nicht ins Gewicht fallend im Vergleich zu der großen Materialersparnis.

Ein neues Stromverrechnungsverfahren.

Von **Fritz Biermann**, Crimmitschau i. Sa.

Übersicht. **Es wird ein Weg angegeben zur Vereinfachung des Rechnungserteilungs- und Einziehungsverfahrens bei Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerken unter Anwendung von Pauschalrechnungs-Quittungskarten und es wird weiter ein System geschildert, auch die Rechnungen nach dem Zählertarif zu einer vorläufigen Pauschale zunächst zu berechnen in der Weise, daß der durchschnittliche Jahresverbrauch zunächst pauschaliert wird und am Schluß des Jahres oder auch Halbjahres alsdann die endgültige Abrechnung erfolgt. Für die Vereinfachung, Beschleunigung und Verbilligung des Geldeinzugs wird die Einführung einfacher Kassierapparate vorgeschlagen, die gleichzeitig zur Aufnahme der Rechnungs-Quittungskarten und des monatlich zu zahlenden Pauschalgeldbetrages dienen.**

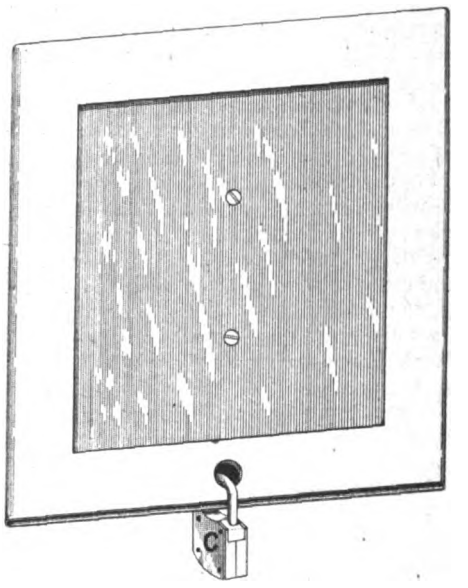
Bei Abnehmern, die nach dem Pauschaltarif Energie beziehen, kann das Ausschreiben der Rechnungen und Quittungen in Fortfall kommen, wenn man bei jedem Abnehmer eine Rechnungs-Quittungskarte nach dem Muster der Abb. 1 aufbewahrt. Damit der Abnehmer die Karte weder verlegen, verlieren oder daran unlautere Machenschaften, z. B. durch Quittieren der Urkunde, vornehmen kann und der Schloß hat der Kassenbote. Der Rahmen wird in der Wohnung des Abnehmers möglichst in der Nähe der Eingangstür, jedenfalls bequem erreichbar, an der Wand angeschraubt, und der Abnehmer kann ohne gewaltsame Beschädigung weder die Karte noch den Rahmen entfernen. Würde man dem Abnehmer die Karte zur Aufbewahrung freihändig überlassen, so könnte sie leicht verloren gehen, auch würde der Kassenbote recht lange darauf warten müssen, bis sie hervorgesucht ist. Auf der Rechnungs-Quittungskarte (Abb. 1), welche für



¾ der natürlichen Größe.

Abb. 1. Rechnungs-Quittungskarte.

Perforierzange zu durchlochen. Die Durchlochung dient dem Abnehmer gegenüber als Quittung. Als Perforierzange wird nicht die gewöhnliche Lochzange, sondern eine solche verwandt, die von anderer Seite nicht nachgeahmt werden kann. Jeder Kassenbote erhält seine besondere Perforierzange, deren Stempel außer der Bezeichnung: „E. W." noch eine Nummer trägt, damit jederzeit festzustellen ist, welcher Kassenbote quittiert und kassiert hat. Etwaige Rückstände sind sofort aus der Karte ersichtlich, der Abnehmer hat den Betrag, den er zu bezahlen hat, ständig vor Augen,

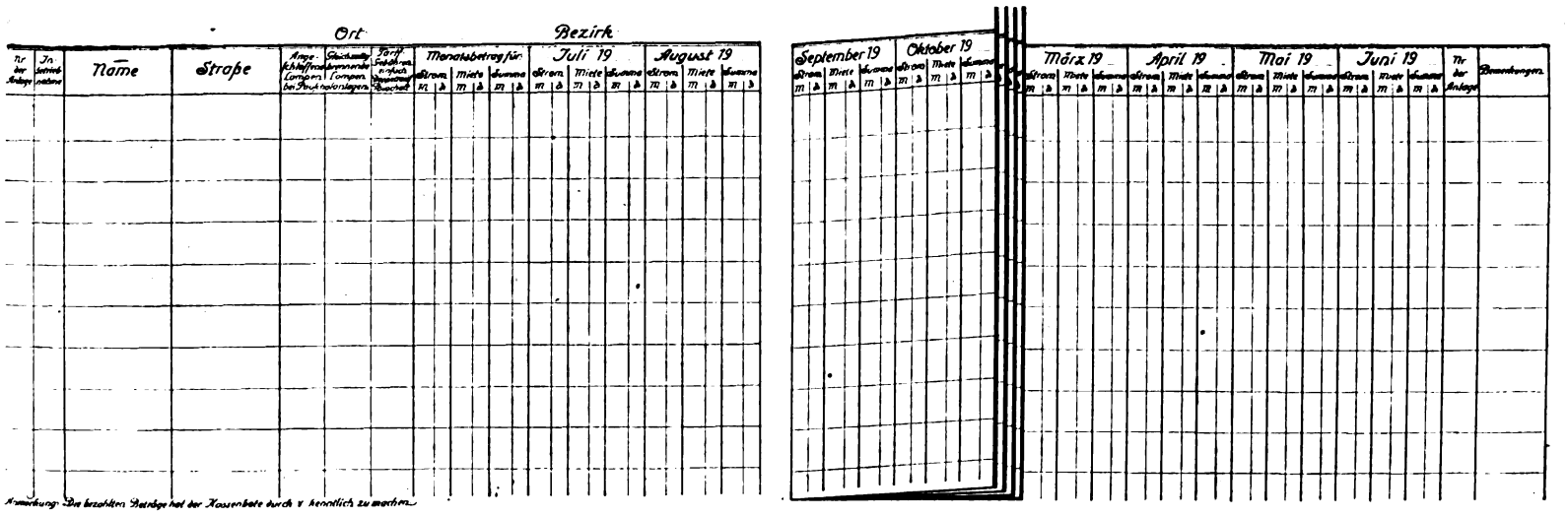


¾ der natürlichen Größe.

Abb. 2. Verschlußrahmen.

so daß die Karte ihm gegenüber als Zahlungsmahner von Nutzen ist. Der Rahmen schützt die Karte außerdem vor Verschmutzen und erhält sie jahrelang sauber und ansehnlich. Am Schluß des zweiten Jahres, und wenn die sämtlichen Beträge bezahlt sind, erhält der Abnehmer die Karte, die alsdann durch eine neue ersetzt wird, und kann sie sich selbst als Quittung für seinen Stromverbrauch aufbewahren. Die Karte wird als Einfach- oder Doppelkarte hergestellt. Auf der Innenseite der Karte können statistische Angaben, die sich auf die Anlage beziehen, vermerkt werden, ebenso kann man auch noch für diesen Zweck Einlageblätter in die Karte einlegen.

Die monatliche Ausschreibung der Schuldner- und Kassenlisten kann dabei in Fortfall



⅓ der natürlichen Größe.

Abb. 3. Schuldner- und Kassenliste.

Kassenbote sie stets an demselben Platze vorfindet, empfiehlt es sich, sie in einen kleinen Metall- oder Holzrahmen, wie in Abb. 2 angegeben, einzuschieben und an diesem durch ein kleines Vorhängeschloß oder anderen Verschluß anzuschließen. Den Schlüssel zu dem

2 Jahre reicht, ist der monatlich zu zahlende Pauschalbetrag einschließlich etwaiger Mieten und Beisteuern angegeben, und da er gleichbleibend ist, hat der Kassenbote bei seinem Vorkommen lediglich den Geldbetrag für den betreffenden Monat, den er einziehen will, mittels

kommen, wenn man ein Buch nach Formular, Abb. 3, dafür verwendet. In dem Buche, das ebenfalls für 2 Jahre reicht, werden die Namen und Adressen der Abnehmer, der Anschlußwert, Tarife usw. sowie die monatlich zu erhebenden Beträge für Strom und Mieten, im

Digitized by Google

Bureau einmalig vorgeschrieben. Das Buch wird in zwei gleichlautenden Abdrücken hergestellt, den einen, der als Kassenliste dient, erhält der Kassenbote, der zweite dient als Schuldnerliste und verbleibt im Bureau. Die Arbeits- und Zeitersparnis ist eine erhebliche, denn anstatt in 2 Jahren, wie bisher 24 Schuldnerlisten mit der gleichen Anzahl von Kassenlisten, sowie die bei großen Werken in die Hunderttausende gehenden Stromrechnungen, herstellen zu müssen, braucht man bei dem neuen Verfahren für die gleiche Zeitperiode nur 1 Schuldner- und 1 Kassenliste und eine der Abnehmerzahl entsprechende Menge von Karten auszufüllen. Die Ausfüllung der Karten erfordert, da sie entsprechenden Vordruck haben und nur einige Daten handschriftlich zuzufügen sind, wenig Zeit.

Um das Verfahren möglichst allgemein und auch für Abnehmer, die nach dem Zählertarif ihren Strom bezahlen, anzuwenden, empfiehlt es sich, auch diese Rechnungen vorläufig zu pauschalieren in der Weise, daß der vorausgegangene Jahresverbrauch des Abnehmers die vorläufige Pauschale, die in gleichen Monatsraten erhoben wird, für das nächste Jahr bildet und am Schluß des Jahres oder auch Halbjahres die endgültige Abrechnung in der Weise erfolgt, daß der tatsächliche Verbrauch nach den Angaben des Zählers der Pauschale gegenübergestellt und der Mehrverbrauch nachbezahlt, bzw. der Minderverbrauch zurückvergütet wird. Man kann der vorläufigen Pauschale auch eine feste, nach Erfahrungssätzen zu bestimmende Gebühr für jedes angeschlossene Watt, zugrunde legen und erspart sich dadurch die jährliche Neueinschätzung. Die vorläufige Pauschalierung der Zählerrechnungen ist bei einer Reihe von Elektrizitätswerken seit Jahren eingeführt und hat sich bewährt. Da Zeit, Zinsen und Personal gespart werden, ist sie angebracht; die Verrechnungsarbeit wird dadurch ganz erheblich beschleunigt und vereinfacht. Das Ablesen der Zähler braucht nicht mehr monatlich zu erfolgen, in den Sommermonaten dürfte die halbjährliche und in den Wintermonaten die vierteljährliche Ablesung genügen. Da der Kassenbote, um das Geld einzukassieren, im allgemeinen doch monatlich bei den Abnehmern vorsprechen muß, so kann er aber auch, falls auf die Beibehaltung der monatlichen Ablesung Wert gelegt wird, ohne viel Zeitverlust die Zählerstände bei dieser Gelegenheit mitaufnehmen.

Ich empfehle, mit den Abnehmern ein Abkommen dahin zu treffen, daß sie etwas mehr als zu erwarten steht, zunächst bezahlen, damit bei Erweiterung der Anlagen Nachzahlungen entbehrlich werden. Ich empfehle weiter, dem Abnehmer für den in der vorläufigen Pauschale zuviel gezahlten Betrag, gegenüber der Endabrechnung 4 bis 4½% Zinsen zu vergüten. Dadurch erwächst dem Abnehmer nach und nach ein Sparguthaben bei dem Werk, das auch für Kautionszwecke gute Dienste leisten wird. Am Schluß des Jahres kann man ihm dieses Guthaben einschließlich der Zinsen auszahlen, oder man legt ein besonderes Sparbuch für ihn an, wenn er das Guthaben weiter bei dem Werk stehen lassen will. Derartige vorläufige Pauschalen werden stets nur auf die Mindestdauer von 1 Jahr abgegeben, dadurch wird verhindert, daß dem Abnehmer, wenn er seinen Strombezug in den ersten Monaten, die unter Umständen gerade in die Zeit seines stärksten Verbrauchs fallen können, einstellt, größere Nachzahlungen bei der endgültigen Abrechnung entbehrlich werden. Endgültige Abrechnungen sind außerdem noch erforderlich bei Wohnungswechsel und größeren Veränderungen der Anlage. Für diesen besonderen Zweck ist die Rechnungs-Quittungskarte nach Abb. 1 ebenfalls ohne Abänderung zu verwenden.

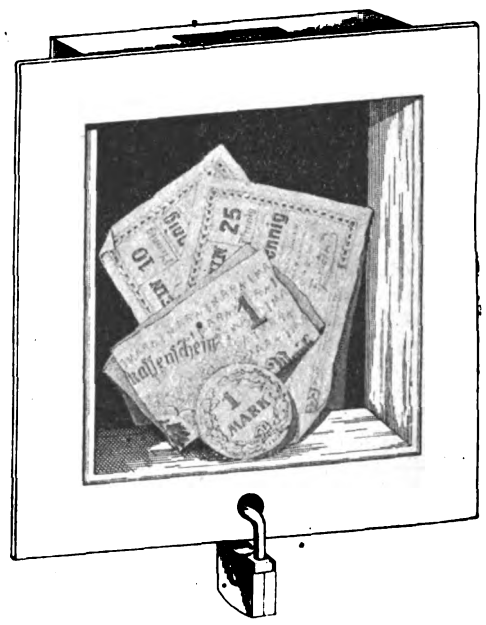
Führt man die Pauschalierung in diesem Sinne allgemein durch, dann kann man mit dem Einkassieren der Strombeträge stets schon am Ersten des Monats beginnen, weil man nicht auf die Zählerablesungen zu warten braucht. Dadurch ergibt sich ein recht ansehnlicher Zinsgewinn. Bei größeren Werken rechnet man ½ Monat für das Einzugsgeschäft. Dabei bleiben stets noch eine ganze Menge Restanten übrig. Fallen die Zählerablesungen fort, so bekommt man jeden Monat 14 Tage früher sein Geld herein. Ein Werk, das monatlich etwa 100 000 M Stromeinnahme hat, würde jährlich 2500 M Zinsen ersparen, die ihm bei der bisherigen Methode verloren gehen. Es ist auch wohl möglich, die vorläufigen Monatspauschalen im voraus zu erheben, wie man das bei den reinen Pauschalen längst eingeführt hat. Der Zinsgewinn würde sich dadurch noch erheblich steigern, und Ausfälle durch faule Zahler werden alsdann nicht mehr zu verzeichnen sein.

Die endgültige Abrechnung mit den Abnehmern bereitet keine Schwierigkeiten. Es empfiehlt sich für diesen Zweck, das bisher bei größeren Werken eingeführte Rechnungsausschreibungsverfahren, mittels der rechnenden Schreibmaschine, bzw. der einfachen Schreibmaschine in Verbindung mit einer getrennten Additionsmaschine beizubehalten. Die Maschine stellt bekanntlich die Schuldner- und Kassenlisten mit den Rechnungen in einem Arbeitsgange her. Da aber diese Arbeit in 2 Jahren nur 2-, höchstens 4-mal vorzunehmen ist, gegenüber 24-mal nach der alten Methode, so ist sie von untergeordneter Bedeutung.

Die bisher im Gebrauch gehabten Ableseblätter für Abnehmer nach Zählertarifen werden auch bei dem neuen System beibehalten. Sie dienen den Zählerablesern für die Aufzeichnung der Zählerstände, sie sind auch als Unterlage für die endgültige Abrechnung mit dem Abnehmer von Nutzen. Für Abnehmer nach dem reinen Pauschaltarif, ohne Zähler sind diese Blätter entbehrlich. Die Auseinanderrechnung für statistische Zwecke kann bei dem vorläufigen Pauschalierungssystem, falls sie monatlich vorgenommen werden soll, zunächst nur schätzungsweise erfolgen. Anhalt dafür bieten in vorläufig ausreichender Weise, die gleichen Monate des Vorjahres, bzw. des Vormonats. Bei der endgültigen Abrechnung mit dem Abnehmer werden alsdann diese, schätzungsweise angenommenen Zahlen richtiggestellt. Gleichzeitig damit berichtigt man dann auch die buchungsmäßigen Zahlen. Über kleinliche bureaukratische Bedenken, die etwa dadurch entstehen könnten, daß die monatliche Betriebsstatistik mit Einführung des neuen Systems leiden würde und daß auch die monatlichen Buchungszahlen nicht einwandfrei festzustellen wären, kann man sich hinwegsetzen, weil ja diese Zahlen nach 6, spätestens 12 Monaten durch die endgültige Abrechnung mit den Abnehmern richtiggestellt werden.

Die Kassenbotenkontrolle läßt sich auch bei dem neuen System in einwandfreier Weise durchführen. Bei Abnehmern, die nicht bezahlen, nimmt der Bote die Karten mit und legt sie, bei der monatlichen Kassenabrechnung dem Bureau als Beleg für seine verbliebenen Restanten vor. Über seine Restanten reicht der Kassenbote dem Bureau schriftliche Tagesberichte ein, damit dieses das Mahnverfahren einleiten kann. Will man den Boten auch daraufhin kontrollieren, wieviel Geld er täglich und bei wem er es kassiert hat, so muß er auch hierfür schriftliche Tagesberichte dem Bureau einreichen, weil man sonst bis zur Monatsabrechnung, wo der Bote die Kassenliste (Formular III) zur Abstimmung vorlegt, warten muß. Da derartige Einrichtungen bei allen größeren Werken bereits bestehen, brauchen sie nicht näher beschrieben werden. Bei Anlagen, welche der Bote außer Betrieb genommen hat, fügt er der Karte einen entsprechenden Vermerk bei. Ob man den Kassenboten die Außerbetriebsetzung überlassen will oder ob die Betriebsleitung sich diese Maßnahme vorbehält, bleibt den einzelnen Werken überlassen. Da bei dem neuen System die Restantenanzahl bedeutend zurückgehen wird, erfordert die Weiterbehandlung nur noch wenig Arbeit. Man kann die Restanten, in gewohnter bisheriger Weise in die sogenannte Restantenliste, die im Bureau geführt wird, eintragen und diese 1 bis 2 Monate offen halten.

Ich bin nun noch einen Schritt weitergegangen und habe die Rahmen zur Aufnahme der Rechnungs-Quittungskarten als Kassierapparate ausgebildet, was ganz leicht dadurch zu erreichen war, indem man sie, anstatt ganz flach, etwa 8 cm tief hält. Auf diese Weise wird ein kleines Kästchen gebildet, das an der oberen Seite eine Geldeinwurfsöffnung bekommt, in welche der Abnehmer seinen Geldbetrag einlegen kann. Das Kästchen wird in gleicher Weise wie der Rahmen durch die Rechnungs-Quittungskarte mit dem angehängten Vorhängeschloß oder durch eine andere Vorrichtung verschlossen, und will man das Geld noch sicherer schützen, so schiebt man unterhalb der Karte noch einen Metallschieber in den Rahmen ein. Ein derartiger Automat, der im übrigen gegen Einbruch genügend gesichert ist, ist in Abb. 4 dargestellt. Er unterscheidet sich von allen bisherigen Systemen dadurch, daß er kein Zwangsselbstverkäufer ist, sondern die Bezahlung der Rechnungen mehr oder minder dem freiwilligen Ermessen des Abnehmers anheimstellt. Das erscheint zunächst als ein Übelstand, der aber in Kauf genommen werden muß, um kostspielige Konstruktionen zu vermeiden. Der Abnehmer wird ein- für allemal durch eine Bekanntmachung, die man ihm auf dem Zirkularwege zustellt und unterschreiben läßt, oder die man an dem Apparat oder in der Nähe desselben anbringt (Abb. 5) darauf aufmerksam gemacht, daß er



¼ der natürlichen Größe.

Abb. 4. Kassierapparat.

¼ der natürlichen Größe.

Abb. 5.

bis spätestens am letzten Tage jeden Monats seinen Geldbetrag in den Apparat einzulegen hat, so daß der Kassenbote nicht auf das Geld zu warten braucht. Bei seinem Vorkommen schließt der Bote das Schloß auf, nimmt die Karte heraus, und das Geld liegt frei vor ihm. Dann nimmt er das Geld, durchlocht den be-

Digitized by Google

treffenden fälligen Monat auf der Karte und schiebt sie wieder in den Rahmen, welcher durch das Schloß verschlossen wird, zurück. Findet der Kassenbote bei seinem Besuch das Geld nicht in dem Apparat vor, so setzt sich der Abnehmer der sofortigen Außerbetriebsetzung seiner Anlage aus. Auch das wird ihm von vornherein durch die Bekanntmachung mitgeteilt. Es ist jedenfalls möglich, die Abnehmer nach und nach dahin zu bringen, daß sie ganz allgemein das Geld rechtzeitig in den Kassierapparat einlegen. Der Abnehmer hat einen ganzen Monat über Zeit, seinen Geldbetrag für die Energie zurückzulegen und in dem Apparat anzusammeln. Er kann keine Ausrede mehr gebrauchen, wenn der Kassenbote kommt und kein Geld vorfindet. Die Schwierigkeiten, insbesondere bei der arbeitenden Bevölkerung, die zumeist nur zahlten, wenn sie gerade Lohntag hatten und die Kleingeldknappheit kommen bei Anbringung des Automaten in Fortfall, da der Abnehmer reichlich Zeit hat, sich das Geld und auch kleines Geld zu beschaffen. Wenn beim ersten Besuch des Kassenboten, bei Zahlungsweigerung des Abnehmers das Werk zur Außerbetriebsetzung der Anlage schreitet, so ist das nicht mehr als recht und billig. Die Wiedereinschaltung der Anlage kann von der Bezahlung einer bestimmten Gebühr abhängig gemacht werden, wodurch man ein weiteres Druckmittel dafür erhält, daß der Abnehmer seinen Geldbetrag rechtzeitig in den Apparat einzahlt. Hat der Abnehmer sich einmal mit dem Wesen des Apparates vertraut und bekannt gemacht, so werden sich auch Zwangsmaßregeln erübrigen. Der Automat erfordert weder Überwachung noch Reparaturen, leistet bei richtiger Anwendung dasselbe wie ein teurer komplizierter Selbstverkäufer und bietet den Werken ein wichtiges Hilfsmittel, das Einziehungsverfahren erheblich zu vereinfachen, beschleunigen und zu verbilligen.

Der neue Kassierapparat findet in der Hauptsache also bei solchen Abnehmern, die den Strom zu einer festen Pauschale beziehen, sein Anwendungsgebiet. Bei allen anderen Abnehmern, deren Stromverbrauch veränderlich ist, empfiehlt es sich, die vorläufige Pauschalierung wie vorstehend beschrieben, einzuführen. Der Apparat kann außerdem zur Einkassierung von Mieten, Beisteuern und Abzahlungsgeschäften nicht nur bei Elektrizitätswerken, sondern auch bei Gas- und Wasserwerken Verwendung finden. Die Unkosten für das neue System sind nicht erhebliche. Die Kosten für Drucksachen stellen sich nicht höher als die bisher dafür aufgewendeten, werden im Gegenteil noch niedriger werden. Dagegen tritt aber eine erhebliche Zeit- und Arbeitsersparnis ein.

Die Einführung von Rechnungs-Quittungskarten bei Elektrizitätswerken ist an und für sich nicht neu. Man hat z. B. die Ausschreibung der Rechnungen und Quittungen an Ort und Stelle durch den Zählerableser oder Kassenboten in einem Arbeitsgange eingeführt und benutzt zu diesem Zweck besondere Karten, auf welchen der Beamte des Werkes den Zählerstand einträgt und die Ausrechnung der verbrauchten Energie an Ort und Stelle bei dem Abnehmer vornimmt. Eine dieser Karten verblieb an Ort und Stelle, die zweite mußte der Beamte des Werkes mit sich führen. Dieses System hatte zweifelsohne Vorteile, gibt aber auch zu Bedenken Veranlassung und ist bei Werken mit vielseitigen Tarifen und ungeschultem Personal nicht durchzuführen. Deshalb empfehle ich, auch die Zählerrechnungen vorläufig zu pauschalieren, weil dann die monatliche Ablesung der Zähler und die Ausrechnung in Fortfall kommen kann. Ich empfehle auch weiter, die Karten in der vorstehend beschriebenen Weise gesichert bei den Abnehmern an Ort und Stelle unterzubringen und soweit wie möglich einfache Kassierapparate anzubringen, weil dadurch der Geldeinzug erleichtert wird. Die Kosten für die Anschaffung von derartigen Hilfsvorrichtungen stehen in keinem Verhältnis zu dem sehr erheblichen Nutzen, den die Werke dadurch haben.

Der Kassierapparat ist Mittel zum Zweck, um die pünktliche Bezahlung durchzuführen. Würde man auf die Einführung der Apparate verzichten und um dasselbe zu erreichen, das Einzugsverfahren strenger, als bisher handhaben, so würden die Abnehmer ein solches Vorgehen als große Härte empfinden. Führt man dagegen Kassierapparate ein, die es den Abnehmern ermöglichen, für rechtzeitige Bezahlung ihrer Rechnungen Vorsorge zu treffen, und gibt man sie nur unter den vorstehend genannten Bedingungen an die Abnehmer ab, so ist ihnen der Grund zu Klagen über strenges Vorgehen vorweg genommen, um so mehr die Härten, gerade durch den Apparat beseitigt werden sollen. Der Einführung von Selbstverkäufern, welche auf eine bestimmte Münzsorte ansprechen — dahin gehören die Münzzähler, Kassierschalter, selbstkassierende Strombegrenzer u. dgl. — stehen z. Zt. die ständig wechselnden Münzausführungen und die Kleingeldknappheit im Wege. Die Nickel- und auch die Silbermünzen werden dem Verkehr immer mehr entzogen, Münzen aus Ersatzmaterial (Eisen, Zink u. dgl.) und das Papiergeld treten an ihre Stelle. Wann wir wieder einheitliche Metallmünzen bekommen, ist zunächst nicht abzusehen. Sache der Technik muß es deshalb sein, andere geeignete Kassierapparate zu finden, die diesen geänderten Verhältnissen Rechnung tragen, unabhängig von den Sorten, Ausführungen, Material und Gewicht der Münzen sind, auch die Benutzung von Papiergeld in jeglicher Form zulassen und bei denen der zu zahlende Geldbetrag in keiner Weise nach oben oder unten beschränkt ist. Der vorstehend beschriebene Kassierapparat soll einen Schritt auf diesem Wege darstellen[1]).

Das Reichs-Elektrizitätsmonopol.

Dr. Hartmann sagt in einer Schrift, „Das Reichs-Elektrizitätsmonopol“[2]), sehr richtig, daß eine gleichmäßige Besteuerung der Kilowattstunden eine sehr ungerechte Belastung darstellen würde. Denn z. B. bei einer Steuer von 1 Pf/kWh würde die Belastung bei einem Strompreise von 60 Pf/kWh nur 1,66% betragen, bei einem Strompreise von 1 Pf/kWh etwa 100%. Dazu kommt, daß eine ganze Reihe Industrien, wie die Stickstoffindustrie, die Aluminiumindustrie und die chemische Industrie nur bei niedrigsten Strompreisen bestehen können. Er macht nun den Vorschlag, die Elektrizität, u. zw. sowohl die Stromerzeuger als die Stromverbraucher, nach der Maschinenleistung zu besteuern. Außerdem soll für jede installierte Glühlampe eine Steuer bezahlt werden.

Daß eine solche Besteuerung noch viel ungerechter ist und zu ganz unmöglichen Resultaten führt, hat er sich aber scheinbar nicht klar gemacht. Er schlägt vor, jedes installierte kW Generatoren mit 20 M jährlich zu besteuern, jedes installierte kW Motoren mit 10 M und jede angeschlossene Glühlampe mit 1 M. Das Steuererträgnis für das Jahr 1917 rechnet er danach wie folgt aus:

	Mill. kW	Mill. M
Maschinenleistung der öffentlichen Elektrizitätswerke .	3,4	
Maschinenleistung der Einzelanlagen	11,5	
	14,9	
abzüglich der vom Staat erzeugten Menge	1,0	
	13,9	
dieses ergibt bei 20 M Steuer		278,0
Gesamtanschlußwert der öffentlichen Werke	6,3	
Gesamtanschlußwert der Einzelanlagen	15,0	
	21,3	
abzüglich des Anschlußwerts der Glühlampen	3,681	
	17,619	
dieses ergibt bei 10 M Steuer		176,19
Steuer für 73,56 Mill. Glühlampen à 1 M		73,56
Gesamtertrag der Steuer		527,75

Hierzu kommt der Betriebsgewinn des Reiches bei einer Stromlieferung von zunächst 3 Milliarden kWh mit 30 Mill. M. Mithin Gesamteinnahmen des Reiches jährlich 557,75 Mill. M.

Zunächst ist zu bemerken, daß Steuern auf die installierten Generatoren und Motoren und Glühlampen überhaupt keine elektrischen Steuern sind, also mit dem Reichs-Elektrizitätsmo opol ebensowenig etwas zu tun haben, als z. B. der Kessel mit der Kohlensteuer. Ebenso könnte man jede Dampfmaschine besteuern, jede Drehbank oder jedes im Deutschen Reich vorhandene Stück Rindvieh. Fabriken, welche mit der Dampfmaschine direkt auf Transmissionen arbeiten, die also Kohle vergeuden, hätten also keine besondere Steuer zu zahlen, werden demnach für ihren unökonomischen Betrieb noch belohnt. Fabriken, welche Menschenkraft durch Maschinenkraft zu ersetzen sich bemühen und elektrisch betriebene Hilfsmaschinen anschaffen, werden durch eine besondere Steuer bestraft. Die Steuer belastet also jeden Fortschritt und wirkt als jährliche Vermögensabgabe.

Wenn z. B. ein industrielles Werk eine eigene Anlage von 20 000 kW hat mit 15 000 kW maximaler Belastung und jährlich 30 Mill. kWh produziert, so wird dieses, wenn es 25 000 kW Motoren installiert hat, $20\,000 \times 20 + 25\,000 \times 10 = 650\,000$ M jährlich Steuern zu zahlen haben (abgesehen von der Glühlampensteuer), d. h. für 1 kWh 2,15 Pf. Angenommen die Kilowattstunde wird mit 1 kg Kohle erzeugt, und das Elektrizitätswerk kann sich die Kohle mit 8 M/t beschaffen, so würden für 30 Mill. kWh 30 000 t Kohle im Werte von 240 000 M aufzuwenden sein. Die Kilowattsteuer von 650 000 M würde also einer Kohlensteuer von 270% entsprechen, oder die Kilowattstunde, welche der Fabrik bisher etwa 3,5 Pf gekostet hat, würde durch die Steuer um 60% verteuert werden. Ein bekanntes Hüttenwerk hat ein Kraftwerk von 35 000 kW. Angeschlossen sind für 81 000 kW Motoren (darunter 4 Walzwerksmotoren von je 7360 kW). Dasselbe würde also eine jährliche Steuer von 1,5 Mill. M zu entrichten haben. Aber nicht nur die Einzelanlagenbesitzer, sondern auch diejenigen Stromabnehmer, welche bereits an das Reichselektrizitätswerk angeschlossen sind, werden durch die Kilowattsteuer ganz erheblich belastet. Zum Beispiel ein Personenaufzug, welcher 200 bis 300 M Strom jährlich zu zahlen hätte, müßte eine Anschlußsteuer von 50 M bis 60 M/Jahr tragen, d. h. die Stromkosten erhöhen sich um 20 bis 25%.

Man sieht also aus diesen Beispielen schon, daß das Projekt einer Kilowattsteuer ganz undurchführbar ist. Sie würde Deutschland auch auf dem Weltmarkt ganz konkurrenzunfähig machen. Man braucht nur darauf hinzuweisen, daß z. B. in Norwegen von den größeren Kraftwerken Kraft zum Preise von 30 M/kW-Jahr verkauft wird. In Deutschland würde also gegebenenfalls die Kilowattsteuer allein so hoch sein, wie die gesamten Kraftkosten in Norwegen.

Mit der Steuer würde allerdings der beabsichtigte Zweck, alle Einzelanlagen verschwinden zu lassen, erreicht werden, denn niemand würde es einfallen, die hohe Generatorensteuer zu zahlen, wenn er den Strom von dem Reich ohne Steuer erhalten kann und zu einem Preise, der ebenso hoch oder niedriger ist als derjenige, zu welchem er selbst denselben bisher herstellen konnte.

Wenn aber alle Einzelanlagen allmählich verschwinden, verschwinden auch gleichzeitig die bisherigen Steuereinnahmen daraus. Durch Verbilligung der Stromerzeugung sind dieselben nicht auszugleichen. Die Gesamterträgnisse, die mit 557 Mill. M für 1917 ausgerechnet waren, werden also von Jahr zu Jahr kleiner werden.

Hartmann schließt seine Schrift mit den Worten, daß er sich bei seinen Ausführungen nur von dem Wunsche hat leiten lassen, die gesamten Interessen zu fördern, und daß er als Ziel nur die Wohlfahrt des deutschen Volkes im Auge gehabt hat, tatsächlich würde aber die Realisierung seiner Vorschläge das Gegenteil bewirken: einen Rückgang der deutschen Volkswirtschaft, eine Schwächung des deutschen Welthandels, und damit der deutschen Weltmachtstellung.

Dr. A. Lietke.

[1]) Die im vorstehenden Aufsatze beschriebenen Apparate und Formulare sind patentrechtlich geschützt. Interessenten stehe ich mit näherer Auskunft zur Verfügung.

[2]) Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 3,60 M. Siehe Besprechung „ETZ“ 1918 S. 52.

Digitized by Google

Elektrizitätswirtschaftsgesetz in Österreich.

Die neue Sektion des Arbeitsministeriums[1]) hat als erste Frucht ihrer Tätigkeit den Entwurf eines Elektrizitätswirtschaftsgesetzes vorgelegt, der bereits im Parlament eingebracht worden ist. Er geht, obwohl im Umfange wesentlich geringer, doch sachlich viel weiter als der letzte Entwurf vom Jahre 1914[2]) und zeigt offenkundig, daß der Staat nicht nur die rechtlichen Grundlagen, die sich aus dem Bau und Betrieb von Elektrizitätsanlagen ergeben, regeln, sondern die gesamte Elektrizitätswirtschaft programmatisch seinem Einfluß unterwerfen will. Der Entwurf, der von einem fast 250 Seiten starken äußerst eingehenden Motivenbericht begleitet ist, unterscheidet zwischen Elektrizitätsunternehmungen (solche, welche elektrische Energie an Dritte abgeben), Eigenanlagen und Telegraphenanlagen (1. Hauptstück). Die ersteren (2. Hauptstück) unterwirft er einer Konzessionspflicht, u. zw. kann die Konzession nur dann verweigert werden, wenn gesetzliche Bedingungen oder öffentliche Rücksichten, d. h. solche der Landesverteidigung, der öffentlichen Sicherheit oder zwingende volkswirtschaftliche Rücksichten entgegenstehen. Die letztgenannte Bedingung gibt allerdings als etwas dehnbar zu Bedenken Anlaß. Schon im Anschluß an diese Bestimmung wird den Behörden die Pflicht auferlegt, bei Erteilung der Konzession „planmäßig" vorzugehen und auf die zweckentsprechende Ausnutzung vorhandener Kraftquellen und die ausreichende und einheitliche Versorgung des Wirtschaftsgebietes der Elektrizität zu achten. Dies und die Beschränkung der Konzessionen auf 60 Jahre, für öffentliche und gemischt-öffentliche Unternehmungen auf 90 Jahre, zeigt deutlich, daß die Regierung die Weiterentwicklung der Elektrizitätsversorgung nicht mehr der Willkür privater Initiative überlassen, sondern sich selbst einen Einfluß und ein Anrecht auf sie vorbehalten will. Der nächste Abschnitt gesteht den Elektrizitätsunternehmungen ein Wegerecht, u. zw. sowohl ein Zwangsbenutzungs- sowie in gewissen Fällen ein Enteignungsrecht zu und erfüllt damit einen lang gehegten Wunsch der elektrotechnischen Industrie. Aber auch der Absatz innerhalb ganzer Gebiete wird unter gewissen Vorbehalten den Elektrizitätsunternehmungen gesichert. Hierauf folgen sehr ausführliche Bestimmungen über staatliche Elektrizitätsförderung, die dem öffentlichen Interesse dienen soll, aber auch der privaten Industrie zugute kommt, u. zw. beziehen sich diese auf Beteiligung der Staatsverwaltung an der Kapitalbeschaffung, auf Steuer- und Gebührenermäßigungen, Stromabnahmeverbindlichkeiten, Verzinsungsgarantien, Förderung des Ausbaues von Kupplungsnetzen, Steuerbegünstigungen und Mündelsicherheit für Obligationen usw. All diesen Vergünstigungen stehen naturgemäß auch Pflichten gegenüber; so diejenige, die Anlagen stets zeitgemäß auf der Höhe der Technik zu erhalten — wem das Urteil darüber zusteht, ist nicht gesagt, — ferner Einräumung eines Leitungs-Wegerechts an öffentliche oder benachbarte elektrische Unternehmungen, gewisse Bestimmungen über Verbraucherschutz, Bilanzierung, Wahrung der Interessen der Landesverteidigung, ferner die Einräumung der Tarifhoheit an den Staat und schließlich die Pflicht, diesem auch unter Umständen eine Gewinnbeteiligung für den Fall einzuräumen, daß die früher erwähnten Rechte und Begünstigungen oder die Ausnutzung öffentlicher Gewässer oder sonstiger dem Staate gehöriger Energiequellen in Anspruch genommen werden. Die Beteiligung beträgt bei einem Reinerträgnis von mindestens 6 bis 10% ein Drittel, von dem 10% übersteigenden Erträgnis die Hälfte. Sie erstreckt sich aber nicht auf öffentliche, also Gemeinde- oder Landeselektrizitätswerke, sondern nur auf private. Endlich behält sich der Staat ein Ablösungs- und Heimfallrecht vor. Daß er sich ferner ein Aufsichtsrecht wahrt, entspricht nur der ganzen Tendenz des Gesetzes, den Staat auf die Elektrizitätswirtschaft Einfluß gewinnen zu lassen und die Privatinteressen mit den öffentlichen in Einklang zu bringen. Ganz neu ist die Bestimmung, welche die Anlegung eines Elektrizitätsbuches analog der des Eisenbahnbuches vorschreibt.

Den elektrischen Eigenanlagen werden die geschilderten Pflichten nur dann auferlegt, wenn sie auch Leitungs- oder Enteignungsrechte in Anspruch nehmen, sonst sind sie konzessionsfrei.

Das dritte Hauptstück des Gesetzes regelt das Verfahren bei Verhandlung und Erteilung von Konzessionen und führt dabei wesentliche Erleichterungen, besonders eine Beschleunigung und Vereinheitlichung gegen früher durch. Dem gewiß nicht zu unterschätzenden Vorteil der Vereinfachung des Verfahrens steht aber der Nachteil gegenüber, daß bereits in der ersten Instanz definitive Entscheidungen getroffen werden. Neu ist auch die analog dem Eisenbahn-Konzessionsgesetze eingeführte Einrichtung von Vorkonzessionen, d. h. es kann unverbindlich das Recht zur Vornahme von Vorarbeiten an Projektanten erteilt werden. Für die Telegraphenanlagen (4. Hauptstück), u. zw. öffentliche wie private, werden ebenfalls analog Rechte eingeräumt und das Verfahren geregelt.

Im fünften und letzten Hauptstück, das die Betriebs- und Vollzugsvorschriften enthält, werden entsprechende Sicherungsvorkehrungen vorgeschrieben und Bestimmungen über die Haftpflicht der Unternehmer getroffen, die aber weniger scharf als die in dem Entwurfe von 1914 sind. Es wird ferner festgesetzt, daß unter dem im Strafgesetz gebrauchten Ausdruck „Sache" oder „Gut" auch die elektrische Energie verstanden ist, wodurch eine gewisse bisher herrschende juristische Unsicherheit abgeschafft wird. Ausdrücklich wird hervorgehoben, daß die gewerberechtlichen Vorschriften über Arbeiterschutz auch für Elektrizitätsanlagen gelten sollen. Wichtig ist auch die Schaffung einer Elektrizitätskommission aus Vertretern der Behörden, der Wissenschaft, Technik und Industrie sowie der Verbraucherkreise und Arbeiterschaft, welche in technischen und wirtschaftlichen, Betriebs- und sonstigen Fragen die Regierung zu beraten hat.

Bestehende Elektrizitätswerke unterliegen dem neuen Gesetz nur so weit, als Erweiterungen und Änderungen in Frage kommen; wenn es sich dabei um eine Verdoppelung der ausgebauten Leistung oder um Steigerung um mehr als 20 000 kW handelt, unterliegen sie auch der Konzessionspflicht. Hierdurch werden bestehende Großkraftwerke, die in steter Entwicklung begriffen sind, gezwungen, über lang oder kurz um die Konzession einzukommen und sich damit allen Bestimmungen des Gesetzes zu unterwerfen.

Daß der neue Entwurf in den Kreisen der Privatindustrie und des Finanzkapitals starke Gegnerschaft erweckt, ist erklärlich, befürchten diese doch von jeder Beschränkung seitens des Staates auch starke Hindernisse und Hemmnisse für die Entwicklung einer großartigen Industrie, welche nur aus eigener Kraft und ohne jede obrigkeitliche Förderung geschaffen worden ist. Auch sind bei der regen öffentlichen Besprechung des Entwurfs manche Einzelbestimmungen einer nicht unberechtigten scharfen Kritik unterzogen worden, deren Berücksichtigung bei seiner parlamentarischen Behandlung wünschenswert erscheint. Anderseits wird man aber zugestehen müssen, daß die Inanspruchnahme neuer zahlreicher Begünstigungen seitens der Unternehmungen, wie sie das Gesetz vorsieht, auf der anderen Seite auch die Übernahme entsprechender Verpflichtungen bedingt, daß wir ferner in einer Zeit leben, welche von jedem einzelnen große Opfer und Selbstentäußerung im Interesse der öffentlichen Wohlfahrt verlangt, und daß die ganze Richtung der heutigen Volkswirtschaft dahin geht, den Neuaufbau der durch den Krieg zerrütteten Staaten durch Erweiterung ihrer ökonomischen Einflußsphäre zu fördern. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß der Staat durch bedingungslose Überlassung der Wasserkräfte und sonstiger ihm gehörender Energiequellen sich eines bisher noch wenig ausgeschöpften großen Reichtums und damit der Möglichkeit, seine finanzielle Lage zu festigen, begeben würde, daß weiter die elektrische Energie schon heute im Leben jedes einzelnen Bürgers eine hervorragende Rolle spielt, deren Bedeutung immer mehr wachsen wird, und daß deshalb eine planlose Verzettelung und Zersplitterung eines so wichtigen Gemeingutes nicht zu billigen wäre.

Natürlich ist dabei vorausgesetzt, daß auch vonseiten der Regierungen mit dem alten Schlendrian und Bureaukratismus gebrochen und dafür Initiative und Geschäftsgeist entwickelt wird, ohne die eine weitere Blüte des Elektrizitätswesens undenkbar ist. *Hgn.*

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 599.
[2]) Vgl. „ETZ" 1914, S. 921.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Detektor mit gelöteten Kontakten.

[Ann. d. Phys., Bd. 52, S. 101.]

C. Bergholm empfiehlt als Detektor von vorzüglicher Gleichrichterwirkung statt des Austinschen „Thermoelements" einen Molybdänglanzkristall, an den ein 0,02 mm dünner Platindraht angelötet ist, unter Umständen nach vorheriger kathodischer Goldzerstäubung auf der Lötstelle des Kristalls. Von dieser Lötung wird die Stelle günstigster Gleichrichterwirkung mit einem gröberen Platindraht abgetastet. Die Wirkung soll ganz erheblich größer sein als die des Duddelschen Thermogalvanometers. Die Empfindlichkeit dieses Detektors ändert sich mit der Zeit sehr wenig. Mit anderen Kristallen sind möglicherweise noch stärkere Wirkungen zu erzielen. *Zdr.*

Ampèresche Molekularströme.

[Verh. d. Deutsch. Physik. Gesellsch., Bd. 18, S. 423.]

W. J. de Haas glaubt die von Einstein und dem Verfasser früher experimentell nachgewiesenen Ampèreschen Molekularströme dadurch scharf von störenden Nebenerscheinungen getrennt zu haben, daß er ein Wechselfeld erzeugte, dessen Frequenz ungefähr dieselbe war wie die der Eigenschwingungen des Stäbchens, und daß er das Eisenstäbchen, dessen Torsionsschwingungen beobachtet wurden, unmittelbar mit Draht bewickelte, statt dieses Stäbchen in das Magnetfeld einer ruhenden Spule zu bringen, wie bei den früheren Versuchen. Die Kompensation der Wirkungen des Erdfeldes machte die größten Schwierigkeiten, weil die von diesen Wirkungen herrührenden Amplituden 130-mal größer sind, als die, welche wahrgenommen werden sollten. *Zdr.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Bestimmung der Wendepole bei Gleichstrommaschinen auf Grund praktischer Ergebnisse.

[H. K. Schübbe, Elektrotechn. u. Maschb., Bd. 38, S. 453.]

In der vorliegenden Arbeit, die nebenbei bemerkt recht viel an der nötigen Klarheit zu wünschen übrig läßt, stellt der Verfasser die Hauptgesichtspunkte für gute Kommutierung von Gleichstrommaschinen zusammen, ohne dabei Neues zu bieten, und untersucht dann die bekannte Beziehung:

Wendepol-Amperewindungen = Konstante × Ankerdurchflutung an der Hand von 66 ausgeführten Maschinen. Der Wert der Arbeit steckt lediglich in dem dadurch gebotenen Erfahrungsmaterial. Die Beziehung schreibt der Verfasser in folgender Form:

$$B = \frac{AW_{\ddot{u}}}{0{,}8 \cdot \delta} \quad \text{und} \quad F = \frac{B}{AS},$$

worin

B die Linienzahl des Wendefeldes,
$AW_{\ddot{u}}$ die für die Bildung des Wendefeldes übrigen Amperewindungen,
δ den Luftspalt unter dem Wendepol,
F einen „Kommutierungsfaktor" (Teil der obigen „Konstante"),
AS die Durchflutung des Ankers (in A/cm)

bedeuten. In der Abb. 1 gibt er nun Werte für den Kommutierungsfaktor F an. Mit deren

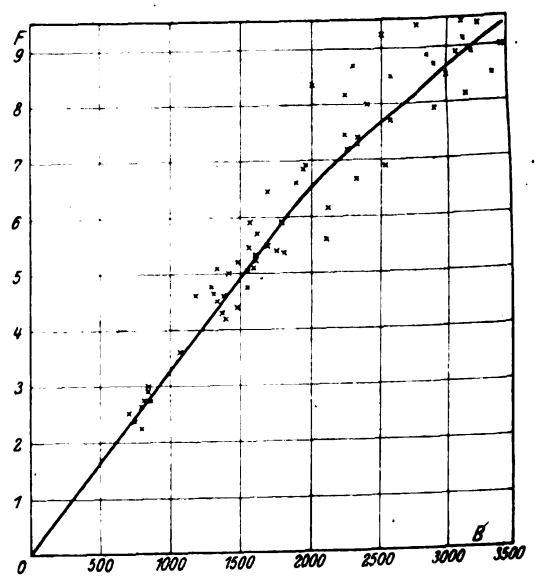


Abb. 1. Kommutierungsfaktor in Abhängigkeit von der scheinbaren Kernlinienzahl bei normaler Belastung der Maschine. (Wendepole aus Schmiedeeisen.)

Hilfe ist man in der Lage, die Verhältnisse für den Wendepol, nämlich seinen Luftspalt δ und die Breiten von Wendepolkern und Wendepolschuh, gegebenenfalls auch die Wendepol-

Digitized by Google

länge richtig zu wählen, wenn die Werte $AW_ü$ und AS als durch die übrige Konstruktion festliegend angenommen werden. Die der Abb. 1 zugrunde liegenden F-Werte sind nur solchen Maschinen entnommen, die gut kommutierten. Der Verfasser gibt an, daß es vielfach gelungen sei, schlecht kommutierende Maschinen durch Anwendung seiner Regeln zu verbessern.

M. Sch.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Elektrometer hoher Empfindlichkeit.

[Ann. d. Phys., Bd. 52, S. 665.]

Für das von G. Hoffmann in der „Phys. Zeitschr.", Bd. 13, S. 480 und 1029, sowie in den „Ann. d. Phys.", Bd. 42, S. 1196 angegebene Elektrometer hoher Empfindlichkeit werden hier vom Verfasser nach seinen bisherigen Erfahrungen mit diesem Instrument die eingehendsten Mitteilungen über die Theorie, die Konstruktion und das Verhalten des Instruments und der nötigen Hilfsapparate gemacht, auf die im einzelnen nicht eingegangen werden kann.

Zdr.

Saitenelektroskop.

[Phys. Ztschr., Bd. 17, S. 619.]

C. W. Lutz beschreibt ein neues, sehr einfaches und zuverlässig wirkendes Saitenelektroskop mit einer 2,5 μ dicken, 45 mm langen Platindrahtsaite, der eine fast ebenso lange geerdete Schneide einerseits, ein auf gleiches Potential gebrachter Metallbügel anderseits gegenüberstehen. Das Beobachtungsmikroskop hat 75-fache Vergrößerung. Die maximale Empfindlichkeit beträgt 1,5 V/s. Das Elektroskop wird von Edelmann in München hergestellt.

Zdr.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Staatliche Elektrizitätserzeugung in Preußen.

Das Preußische Abgeordnetenhaus hat in seiner Sitzung vom 9. April die Vorlage über den Bau eines Dampfkraftwerkes bei Hannover auch seinerseits angenommen, so daß nunmehr die Anlage zur Ausführung kommen wird. Der Minister für öffentliche Arbeiten gab im wesentlichen dieselben Erklärungen ab, mit denen er s. Zt. im Preußischen Abgeordnetenhause die Vorlage vertreten hatte.[1])

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der Strecke Shildon—Newport der North-Eastern-Bahn in England.

Wie die Siemens-Schuckertwerke zu der Beschreibung obiger Bahn in der „ETZ" 1917, S. 46, mitteilen, ist die nach Angaben des „The Electrician" von Siemens Brothers errichtete Fahrleitung nicht allein, wie hier schon betont wurde, den Ausführungen der Siemens-Schuckertwerke nachgebildet worden, sondern sämtliche Entwürfe und Bauarten stammen von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, selbst her. Fast sämtliche in Frage kommenden Zeichnungen der Fahrleitungs- und Eisenteile sind von ihnen angefertigt und der größte Teil des Bedarfs auch von ihnen geliefert worden, selbst auf die Einrichtung haben sie insofern einen ganz wesentlichen Einfluß ausgeübt, als sie bis zum Ausbruch des Krieges einen Ingenieur und mehrere Monteure der North-Eastern-Bahn zur Anleitung des englischen Personals zur Verfügung gestellt haben. Auch die Motoren der North-Eastern-Bahn sind in Berlin entworfen und gebaut worden. Der Entwurf dieser Motoren wurde mit den Organen dierer Bahn in Berlin eingehend besprochen; die Schaltapparate der Lokomotiven wurden von Siemens Brothers mit Benutzung der Erfahrungen der S. S. W. entworfen und ausgeführt.

Über alle diese, die deutsche Elektrotechnik einmal wieder in helles Licht stellenden Leistungen im Ausland schweigt sich der Aufsatz des „The Electrician" aus.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 56.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Betr. Jahresversammlung.

Die 24. Jahresversammlung wird am 31. Mai und 1. Juni in Berlin abgehalten und mit einer Feier des 25jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker verbunden werden.

Am Freitag, den 31. Mai, findet vormittags eine Sitzung des Vorstandes, nachmittags eine solche des Ausschusses statt. Am Sonnabend, den 1. Juni, ist für vormittags 9½ Uhr die Festversammlung, in welcher nach einer Ansprache des Vorsitzenden und Begrüßung der Gäste ein Festvortrag von Herrn Prof. Dr.-Ing. Petersen, Darmstadt, über „die Hochspannungsstraßen der Elektrizität" gehalten werden wird, angesetzt. Am Nachmittag findet eine 2. Verbandsversammlung statt, in welcher die geschäftlichen Angelegenheiten, Wahlen usw. ihre Erledigung finden werden.

Für Abends 6 Uhr ist ein Festmahl geplant, an das sich ein vom Elektrotechnischen Verein zu veranstaltender Bierabend anschließen wird.

Die ausführliche Tagesordnung wird in kurzer Zeit bekanntgegeben werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Vorsitzende: Klingenberg. Der Generalsekretär: Dettmar.

Betr. Kommission für Installationsmaterial.

Die Kommission für Installationsmaterial hat beschlossen, den Wortlaut der in der „ETZ" 1917, S. 601 und 602, erschienene Veröffentlichung wie nachstehend angegeben abzuändern und zu ergänzen:

„In I., Apparate, erhält der Abschnitt Sicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz nachstehende Fassung:

a) Elemente. Es können alle Teile, die bisher aus Kupfer und Kupferlegierungen bestanden, durch solche aus Eisen oder Zink ersetzt werden mit Ausnahme der Kontaktgewindekörper von Elementen über 60 A, in geschlossenen Kästen über 25 A.

b) Geschlossene Schmelzeinsätze. Bei geschlossenen Schmelzeinsätzen können mit Ausnahme des Schmelzleiters selbst Kupfer und Kupferlegierungen für die Kontaktteile durch Eisen oder Zink ersetzt werden. Über 60 A, bei Verwendung in geschlossenen Kästen über 25 A, müssen die Anschlußteile für die Schmelzleiter und die Kontaktgewindekörper, desgleichen die Unverwechselbarkeitsschrauben aus Sparmetallen bestehen."

Statt „Kontaktgewindekörper" lautet die frühere Fassung „aus Blech gedrückte Kontaktgewindehülsen".

Vor den Belastungstabellen wird folgender Satz eingefügt:

Ausnahmen.

Kupfer oder Aluminium sind notwendig für Apparate, durch deren auch nur vorübergehendes Versagen Menschenleben oder besonders hohe Werte gefährdet werden, oder die sehr hohen oder sehr tiefen Umgebungstemperaturen (Aufstellung im Freien) ausgesetzt sind.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsakretär:

Dettmar.

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Amt Kurfürst, Nr. 9820, zu richten.)

Die nächste Sitzung des Elektrotechnischen Vereins findet statt am

Dienstag, dem 23. April 1918, abends 7½ Uhr, im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure, Sommerstr. 4a.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Hans Heymann, Darmstadt, „Über die dynamische Balanzierung von rasch umlaufenden Drehkörpern".

Inhaltsangabe:

Gründe der Vernachlässigung des Problems. Die drei möglichen Unbalanzfälle. Resonanz. Charakteristik der Phasenverschiebung zwischen Impuls und Ausschlag. Charakteristik des Ausschlages. Resultatkurven. Klassifizierung aller Auswuchtapparate in Klasse 1 mit freier Schwingungsachse und Klasse 2 mit konstruktiv gebundener Schwingungsachse. Kritik der Maschinen der Klasse 1 mit ebener und räumlicher Schwingung. Resultat: Im allgemeinen glückhaftes Probieren, treffsicheres Arbeiten nur bei Unbalanz-Sonderfall, mitunter durch statische Vorbalanzierung oder durch Rechnung. Lichtbilder von Maschinen der Klasse 1: Maschinen von A. E. G., Norton, Kucharski usw. Kritik der Maschinen der Klasse 2. Resultat: Lösung immer möglich mit und ohne Rechnung. Lichtbilder der Maschinen von Akimoff, Lawaczeck und Heymann. Erfahrungsbeispiele.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Generalsakretär:

L. Schüler.

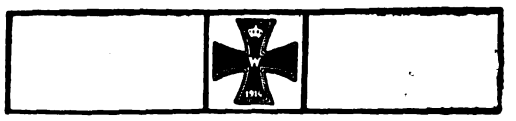
Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

D. Jakobovits, Generalsekretär des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins, z. Zt. Direktor der ungarischen Kriegsmetallkommission, wurde von der Ungarischen Städte- und Gemeindeförderungs A. G., einer Gründung der Ungarischen Hypothekenbank A. G., zum geschäftsführenden technischen Direktor ernannt und trat demzufolge aus der Firma Bodnár és Társa aus.

P. Jüdel †. Am 1. April starb nach längerem Leiden in Berlin der langjährige Vorsitzende des Aufsichtsrats der Eisenbahnsignal-Bauanstalt Max Jüdel & Co. A. G., Paul Jüdel.

O. Zschockelt †. Am 16. März starb der Direktor der Elektrizitätsgesellschaft Zschockelt m. b. H., Ingenieur Oskar Zschockelt, Dresden.



Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten[1]):

E. Kosack, Dipl.-Ing. Oberlehrer an den Kgl. Vereinigten Maschinenbauschulen, Magdeburg, und Oberleutnant (Eisernes Kreuz 1. Kl.).

W. Kohler, Oberingenieur, Mitinhaber von Dörner, Jentzen & Co., Hamburg, und Hauptmann d. R. (oldenburgisches Friedrich-August-Kreuz I. u. II. Klasse).

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über die Gleichgewichtszustände der Reihenschaltung einer Induktionsspule mit einem Kondensator.[2])

Der Übergang von dem einen in den anderen Gleichgewichtszustand ist bereits im Jahre 1909 von Herrn H. Barkhausen der Deutschen physikalischen Gesellschaft vorgeführt und in dem Vortrag „Über labile Gleichgewichtszustände elektrischer Ströme" in den Verhandlungen der genannten Gesellschaft, XI. Jahrgang, S. 271 u. f., kurz erläutert worden.

Dresden, 30. III. 1918. H. Görges.

Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen.

In diesem Aufsatz sagt Herr Dipl.-Ing. H. BUSSMANN auf S. 94 der „ETZ" 1918, daß ARNO der erste gewesen sei, der eine Methode der Verbrauchsmessung vorgeschlagen habe, bei welcher neben der Leistung auch die scheinbare Leistung berücksichtigt wird. Ich habe einen solchen Vorschlag bereits auf dem 7. Verbandstag Deutscher Elektrotechniker vorgetragen, an Beispielen begründet und darauf hingewiesen, daß jeder Wattzähler leicht dahin abgeändert werden kann, daß er einen gewünschten, dem tg φ proportionalen Teil der Leistung mitzählt („ETZ" 1899, S. 454). Mein Vorschlag hat damals keine Anwendung gefunden, weil er seiner Zeit zu weit voraus war.

Ich möchte dazu noch bemerken, daß die Bemessung der Mehrzahlung nach dem tg φ statt nach dem sin φ, wie es jetzt an mehreren Stellen versucht wird, den Vorzug hat, daß diejenigen Verbraucher, welche eine sehr große Phasenverschiebung verursachen, also besonders ungünstig einwirken, mehr als proportional dem wattlosen Strom, den sie verschul-

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 101.

[2]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602; 1918, S. 19, 59, 80, 99 122.

Digitized by Google

den, „bestraft" werden. Natürlich kann durch Vereinigung von solchen Zählern mit richtigen Wattzählern auch eine beliebige Tarifgestaltung erzielt werden.

Was die Regelung parallel arbeitender Kraftwerke anbelangt, so sind zur gegenseitigen Verrechnung Zähler natürlich unentbehrlich. Zur Überwachung der Regelung der Stromerzeuger sind aber registrierende Meßinstrumente für den Gesamtstrom (oder für die gesamte Leistung) und für den wattlosen Strom (Phasenmesser) besser geeignet.

Zehlendorf b. Berlin, 18. III. 1918.

G. Benischke.

Erwiderung.

Dankbar nahm ich davon Kenntnis, daß nicht, wie ich bisher annahm, der italienische Professor ARNO, sondern der deutsche Professor Dr. BENISCHKE als Erster eine Methode der Verbrauchsmessung unter Berücksichtigung der Phasenverschiebung vorgeschlagen hat. Die derzeitigen Ausführungen des Herrn Prof. Dr. BENISCHKE in der „ETZ" 1899, S. 455, beziehen sich auf einen Tarif zur Verrechnung des wattlosen Stromes, nach welchem nicht die Leer-kWh [$e \cdot i \cdot \sin\varphi \cdot t$] nach einer bestimmten Einheit bezahlt bzw. gemessen werden, sondern bei welchem sich der Grundpreis der kWh mit der Größe der Phasenverschiebung ändert. Ein solcher Tarif müßte sehr individuell ausgebildet werden. Aus diesem Grunde ist seine Einführung wohl auch unterblieben. Dazu kommt noch, daß auch diesem Vorschlage, genau wie dem von ARNO, gesetzliche Bedenken entgegenstehen.

Der Wert der schreibenden Meßgeräte zur Überwachung der Regelung der Stromerzeuger wird auch von mir nicht verkannt. Ich verweise dieserhalb auf die Nr. 8/9 der Zeitschrift „Glückauf" 1918, in welchen mein obiger Vortrag unverkürzt veröffentlicht ist.

Essen, 6. IV. 1918. Bußmann.

LITERATUR.

Besprechungen.

Leitfaden zum graphischen Rechnen. Von Prof. Dr. R. Mehmke. Nr. 10: der Sammlung mathematisch-physikalischer Lehrbücher. Herausgegeben von E. Jahnke. Mit 121 Textabb. und 2 Kurventafeln. VIII u. 152 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1917. Preis geb. 5,40 M.

Das vorliegende Buch gibt im wesentlichen den Inhalt der Vorlesungen über graphisches Rechnen wieder, die der Verfasser seit Jahren an der Technischen Hochschule in Stuttgart zu halten pflegt. Das Werk zerfällt in zwei Hauptabschnitte — einer graphischen Behandlung der elementaren, meist algebraischen Aufgaben und der Probleme der Differential- und Integralrechnung mit Einschluß der gewöhnlichen Differentialgleichungen entsprechend. Mit Rücksicht auf den beschränkten zur Verfügung stehenden Raum mußte von der Aufnahme der partiellen Differentialgleichungen abgesehen werden. Jeder der beiden Abschnitte zerfällt in zwei Unterabteilungen, die den mit den gewöhnlichen bzw. mit dem logarithmischen Maßstabe arbeitenden, graphischen Verfahren gewidmet sind. Das logarithmische Verfahren, das hier zum ersten Male ausführlich dargestellt wird, ist namentlich bei der Auflösung von Gleichungen höheren Grades sowie transzendenter Gleichungen, wie solche in der Praxis häufig vorkommen, von erheblichem Nutzen. In dem Schlußkapitel des Werkes wird diese Methode, wie bereits erwähnt, auch auf Auswertung von Integralen sowie Auflösung gewöhnlicher Differentialgleichungen erster, zweiter und höherer Ordnung angewandt. In einem ausführlichen Anhang zu dem ersten Abschnitte werden geometrische Eigenschaften der logarithmischen Bilder von Funktionen und Gleichungen besprochen. Bei Behandlung von Gleichungssystemen bedient sich der Verfasser der in der letzten Zeit auch bei den Physikern beliebten Redeweise der mehrdimensionalen Geometrie sowie der zugehörigen Erweiterung der Konstruktionen der darstellenden Geometrie.

Das Werk ist mit zahlreichen, sorgfältig ausgeführten Abbildungen ausgestattet. Es bildet eine wertvolle Bereicherung der Literatur und kann namentlich den Ingenieuren für praktisches Rechnen nur aufs wärmste empfohlen werden. L. Lichtenstein.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Elektrizitätswerk der Stadt Herne[1]. Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916 betrug die Stromabgabe für Licht- und Kraftzwecke 0,554 Mill. kWh (0,514 i. V.); für Bahnzwecke wurden 0,728 Mill. kWh (0,723 i. V.) abgegeben, wozu 0,889 kWh (0,881 i. V.) Drehstrom vom Elektrizitätswerk Westfalen bezogen wurden. Die Zahl der Hausanschlüsse betrug 536 (513 i. V.), der Anschlußwert 1805 kW (1744 i. V.). Die Einnahmen stellten sich auf 0,233 Mill. M (0,217 i. V.), der Gewinn auf 52 785 M (53 813 i. V.).

Städtisches Elektrizitätswerk Köln.[2]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 betrug die Stromabgabe 90,804 kWh (74,356 i. V.), der Anschlußwert betrug 74 624 kW (68 202 i. V.), u. zw. für Licht 31 920 kW (30 643 i. V.), für öffentliche Beleuchtung 344 kW (348 i. V.), für Kraft 35 875 (30 709 i. V.) und für Umformerwerke (Bahnbetrieb) 6502 kW (wie i. V.). Die Zahl der Stromabnehmer betrug 29 435 (25 239 i. V.). Die Einnahmen betrugen 7,572 Mill. M (6,787 i. V.), der Reingewinn 2,024 Mill. M (2,073 i. V.).

Licht- und Wasserwerke der Stadt Oldenburg i. Gr. Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 wurden vom Elektrizitätswerk abgegeben 2,948 Mill. kWh (2,678 i. V.). Die Einnahmen betrugen 0,5 Mill. M (0,479 i. V.), der Betriebsüberschuß stellt sich auf 0,256 Mill. M (0,275 i. V.).

Allgemeine Gas- und Elektricitäts-Gesellschaft, Bremen.[3]) Nach dem Bericht über das 20. Geschäftsjahr 1917 betrug der Überschuß 0,130 Mill. M (0,131 i. V.). Es sollen 3½% Dividende auf 3 Mill. M Aktienkapital (wie i. V.) verteilt werden. Geliefert wurden 0,529 Mill. kWh (0,408 i. V.).

Arbeitsmarkt.

Februar 1918.[4]) Im Bau von Dynamomaschinen, Elektromotoren und Transformatoren sowie für die Herstellung elektromedizinischer Apparate waren die Beschäftigungsverhältnisse im Februar die gleichen wie in den Vormonaten und im Vorjahr. Gegenüber dem Vorjahr ist verschiedentlich eine Steigerung der Leistung erzielt worden. Insbesondere wird für den Akkumulatorenbau der Geschäftsgang dem Vorjahr gegenüber als wesentlich stärker gekennzeichnet. Der Bestellungseingang für elektrische Meßinstrumente blieb zwar hinter dem des Vormonats zurück, übertraf jedoch den des Februar 1917. Lohnerhöhungen haben verschiedentlich stattgefunden, gelegentliche Überstunden waren nicht zu vermeiden. In der Starkstromindustrie sowie im Bau elektrischer Licht- und Kraftanlagen hielt sich die Tätigkeit auf derselben Höhe wie im Vormonat und im Vorjahr. Teilweise machte sich auch hier eine Verbesserung der Lage gegenüber dem Vorjahre geltend. Vereinzelt wird aber auch eine Abschwächung der Beschäftigung gemeldet. Die Kabelwerke hatten ebensogut wie im Vormonat, zum Teil sogar noch besser als im Januar d. J. und im Februar des Vorjahres zu tun. Vereinzelt wird allerdings auch hier eine Abschwächung im Vergleich zum Vorjahr festgestellt.

18 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. III. 1918 34 119 männliche (— 0,5% g. Vm.) und 51 360 weibliche (— 3,8% g. Vm.) Pflichtmitglieder. 19 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende Februar 1918 mit insgesamt 11 040 (+ 820 bzw. + 8% g. Vj.)[5]) an, die Zahl der Männer ist um 357 auf 5443 gestiegen, die der Frauen hat um 455 zugenommen. Angaben von 19 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 11 040 Beschäftigte (— 80 bzw. — 0,7% g. Vm.)[6]), darunter 5443 Männer (— 149); die Zahl der Frauen stieg um 68. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 434 Arbeitsgesuche vor, d. s. 40% der 1075 angemeldeten offenen Stellen (40% von 1177 i. Vm.; 49% von 920 i. Vj.)[1]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 287. Auf Preußen entfallen 254 Arbeitsgesuche, d. s. 48% von 528 Arbeitsgelegenheiten (48% von 626 i. Vm.; 42,3% von 596 i. Vj.); 164 Stellen kamen hier zur Besetzung.

[1]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1911, S. 1250.
[2]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 280; Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 156.
[3]) Bericht über 1911 vgl. „ETZ" 1912, S. 756.
[4]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 3. Bericht über Januar vgl. „ETZ" 1918, S. 124.
[5]) Bei 354 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 11%, bei 92 der Maschinenindustrie + 8,2% g. Vj.
[6]) Bei 345 Firmen verschiedener Geschäftszweige — 0,1%, bei 89 der Maschinenindustrie + 0,3% g. Vm.

[1]) Für alle Fächer bei Männern 58% (62 i. Vm.; 62,5 i. Vj.), bei Frauen 93% (99 i. Vm.; 112 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.

Warenerzeugung und Warenmarkt.

Preissteigerung der Baumwolle. In Abb. 1 sind die von der Deutschen Bank zusammengestellten Preise für amerikanische Baumwolle

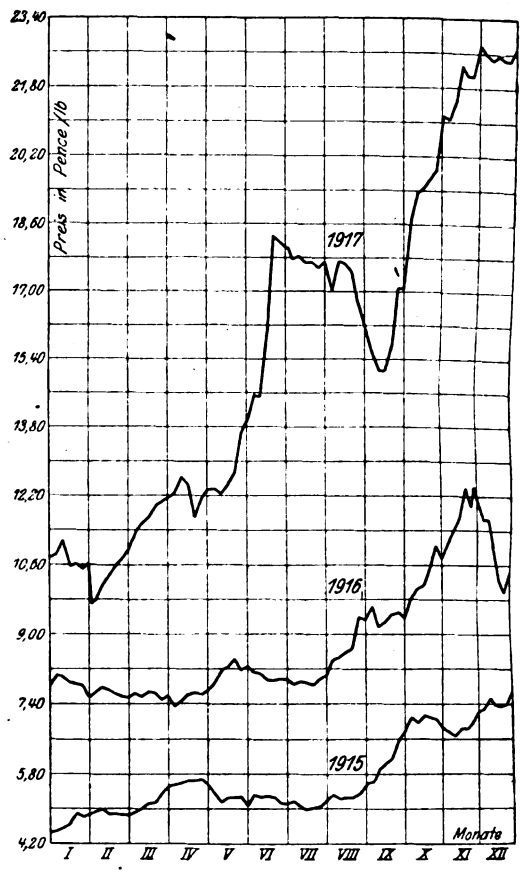


Abb. 1. Baumwollpreise.

nach Liverpooler Terminnotierungen für die Jahre 1915 bis 1917 wiedergegeben. Danach betrug Ende 1917 der Preis mehr als das Vierfache des Preises zu Anfang 1915.

Firmenverzeichnis.

Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt, A.-G., Frankfurt a. M. So lautet jetzt die bisherige Firma Continentale Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Gesellschaft, Frankfurt a. M.

„Elektrotechn. Unternehmungen „Motor" Landsberg a. L. Hauser & Co., Kommanditgesellschaft", Landsberg a. L. Gegenstand: Betrieb eines elektrotechnischen Installationsgeschäfts mit Ausführung von elektrischen Licht- und Kraftanlagen, Freileitungsbau usw. Gesellschafter: M. Hauser, Augsburg.

Gebr. Höhme, Spezial-Fabrik für Dynamo-Bürstenhalter und elektromechanische Apparate, Radebeul. Der Sitz der Gesellschaft ist nach Heidenau (Bez. Pirna) verlegt worden.

Vereinigte Elektricitäts-Gesellschaft, München.[2]) Als offene Handelsgesellschaft aufgelöst, Alleininhaber: A. Schönbichler, München.

Auflösungen. Licht- und Kraftgenossenschaft in Achterwehr, G. m. b. H., Achterwehr.

[2]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 96.

Berichtigung.

In der Notiz „Eine neue graphische Darstellung des Wicklungsschemas" auf S. 149 der „ETZ" 1918 sind leider die Abbildungen nicht richtig bezeichnet. Die mit Abb. 1 bezeichnete Figur ist die richtige Abb. 3; ferner ist der obere Teil der Abb. 2 die richtige Abb. 1, es gilt also die Bezeichnung „Abb. 2" nur für die untere Hälfte. Schließlich gehört die als Abb. 3 eingefügte Zeichnung überhaupt nicht zu diesem Aufsatz

Abschluß des Heftes: 13. April 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 25. April 1918.** **Heft 17.**

Die Stromversorgung der Nürnberg-Fürther Straßenbahn nach dem Dreileitersystem.

Von **Ph. Scholtes**, Nürnberg.

Übersicht. Die mit der Dreileiterschaltung im Betriebe der Nürnberg-Fürther Straßenbahn erzielten günstigen Erfahrungen werden mitgeteilt, und es wird die Anwendung der Dreileiterschaltung zur Ersparung von Kupfer empfohlen.

Im Jahrgang 1905 der „ETZ", S. 483 ist der gleiche Gegenstand von mir schon behandelt worden. Um bereits gesagtes nicht zu wiederholen, wird auf diesen Aufsatz verwiesen. Dort sind auch die Gründe, die zur Einführung der Dreileiterschaltung Anlaß gaben, auseinandergesetzt. Daß die Dreileiterschaltung für ausgedehnte Straßenbahnanlagen, die mit der Stromrückleitung Schwierigkeiten haben, beachtenswert ist, beweisen die seit obiger Veröffentlichung mir zugegangenen zahlreichen Anfragen von Interessenten, die über die Einzelheiten, insbesondere über die in Nürnberg im praktischen Betriebe gesammelten Erfahrungen unterrichtet sein wollten. Deshalb darf ich wohl annehmen, daß die nachstehenden Ausführungen für einen weiteren Leserkreis Interesse bieten.

Inzwischen haben die elektrischen Straßenbahnen in Dresden und Wien an Stelle der Zweileiterschaltung die Dreileiterschaltung mit gutem Erfolg eingeführt. Zum allgemeinen Verständnis sei darauf hingewiesen, daß die Dreileiterschaltung nur für solche Bahnbetriebe Bedeutung hat, die infolge eines unzulässig hohen Schienenpotentials entweder nachträglich Stromrückleitungskabel noch verlegen oder aber die vorhandenen Rückstromkabel verstärken müssen, damit ein Abfließen des Rückstromes zur Erde und zu den in der Erde eingebetteten metallischen Leitungen und deren bekannten Zerstörungen durch Elektrolyse verhindert wird. Gerade für Fälle der letzteren Art besitzt die Dreileiterschaltung große Wichtigkeit.

Als die Verwaltung der Nürnberg-Fürther Straßenbahn im Jahre 1902 sich entschloß, die Dreileiterschaltung zunächst versuchsweise einzuführen, stand die Notwendigkeit fest, daß bei Beibehaltung der Zweileiterschaltung zur Verbesserung der Rückleitungsverhältnisse etwa 200 000 M hätten aufgewendet werden müssen. Die Erprobung der Dreileiterschaltung erforderte, wenn man von der Fernbatterie, deren Anschaffung aus anderen Gründen notwendig und bereits beschlossen war, absieht, 15 000 M. Hätte der Versuch die Undurchführbarkeit ergeben, so wären diese 15 000 M zum großen Teil dem Versuch zum Opfer gefallen. Vorsichtshalber wurde der Versuch auf ein volles Jahr erstreckt und am 11. X. 1903 die Dreileiterschaltung endgültig eingeführt. Für die Einführung der Dreileiterschaltung war der Umstand wertvoll, daß die bereits vorhandenen Schienenrückleitungen von Hause aus für volle Spannung, d. s. 550 V, isoliert worden waren. Aus dem Grunde waren diese Kabel ohne weiteres als Hinleitungen benutzbar. Die Schaffung vermehrter Speisebezirke wurde hierdurch sehr gefördert.

Bei der Dreileiterschaltung galt als Grundsatz, daß im normalen Betriebe das Spannungsgefälle in den Schienen an keiner Stelle höher als 3 V sein soll.

Im Auftrage der vereinigten Erdstromkommission, gebildet von dem deutschen Verein der Gas- und Wasserfachmänner, dem Verband Deutscher Elektrotechniker und dem Verein Deutscher Straßen- und Kleinbahnverwaltungen, wurden im Jahre 1907, also vier Jahre nach der Einführung der Dreileiterschaltung, von deren Beauftragten Regierungsbaumeister a. D. H. Buschbaum, Berlin, und Fr. Besig, Frankfurt a. Main, eingehende Messungen in der Zeit vom 1. bis 27. Juli vorgenommen und hierbei im großen und ganzen einwandfreie Verhältnisse festgestellt. In dem ausführlichen Gutachten genannter Herren ist darauf hingewiesen, daß durch eine zweckmäßigere Gruppierung der Bezirke in Verbindung mit einer vermehrten Unterteilung der Fahrleitungen die Verhältnisse sich noch weiter verbessern ließen. Dieser Anregung ist in der Zwischenzeit gelegentlich des erheblichen Ausbaues des Straßenbahnnetzes und der Neuverlegung von Speisekabeln Folge gegeben worden. In der Zahlentafel 1 sind die gegenwärtigen und die früher bestandenen Betriebsverhältnisse gegenübergestellt. Ganz allgemein ist zu sagen, daß die Stromrückleitungsverhältnisse bei der Nürnberg-Fürther Straßenbahn nunmehr völlig einwandfreie sind. In den Anfangsjahren des elektrischen Betriebes wurden bei der Zweileiterschaltung durch unzulässig hohe Erdströme häufig nicht allein elektromagnetische Störungen im Fernsprechbetriebe, sondern auch elektrolytische Zerstörungen an Wasserleitungen, Gasleitungsröhren und namentlich an den Straßenbahnschienen herbeigeführt. Bei der seinerzeitigen Auswechslung des noch von dem Pferdebetrieb herrührenden schwachen Oberbaues gegen ein stärkeres Profil wurde vielfach festgestellt, daß die Schienen stark angefressen waren und stellenweise papierdünne Querschnitte hatten. Diese Erscheinungen sind nur auf elektrolytische Vorgänge zurückzuführen. An den Stellen des Rohrnetzes, die theoretisch am meisten hätten gefährdet sein müssen, wurden bei der Untersuchung durch obige Herren keine größeren Anfressungen vorgefunden als an solchen Stellen, an denen mangels Bahnanlagen Beschädigungen durch Bahnströme überhaupt nicht haben auftreten können. Die an den Licht- und Kraftkabeln des Elektrizitätswerkes festgestellten geringfügigen elektrolytischen Schäden, rührten zweifellos von Elementarströmen der Kabelarmaturen (Blei-Eisen) an sich her, die im übrigen ebenso beträchtlich sein können, wie Bahnströme. Infolge des Krieges sind neuerdings Untersuchungen unterblieben. Zweifellos würden durch die inzwischen eingeführten Verbesserungen in der Stromversorgung noch bessere Verhältnisse sich zeigen insofern den Anforderungen der vereinigten Erdstromkommission im vollen Umfange entsprochen ist. Bei den damaligen Messungen wurde ein höchster Spannungsabfall im ganzen Gleisnetz von 3,4 V ermittelt. Der höchste Momentanwert betrug 8 V. Diese Werte sind nunmehr bedeutend heruntergesetzt worden.

Anfangs bestanden hinsichtlich der Fahrleitungsunterteilung zwar Bedenken, ob es möglich sein würde, in die mit Kontaktrollen befahrenen Fahrleitungen Trennstücke für + 550 V und — 550 V einzubauen, welche auf die Dauer von guter Haltbarkeit bleiben und keine zu hohen Unterhaltungskosten erfordern würden. Erfahrungen über derartige Trennstücke, die unter Strom befahren werden, lagen noch nicht vor. Sie mußten erst gesammelt werden. Nach mehrfachen Umänderungen gelang es, eine Bauart zu finden, die den Einflüssen standhielt. Diese anfänglich vorhandene Schwierigkeit ist inzwischen dadurch gründlich behoben worden, daß der Kontaktrollenbetrieb aus Gründen der größeren Bequemlichkeit und Betriebssicherheit, dann der billigeren und einfacheren Unterhaltung wegen verlassen und zum Kontaktbügelbetrieb übergegangen wurde. Beim Bügelbetrieb läßt sich die Trennung der positiven und negativen Fahrdrähte in einfacherer Weise durchführen, indem ein stromloses Zwischenstück eingeschaltet wird, so daß Luftisolierung herrscht. Bei dem früheren Rollenbetrieb waren Rollenentgleisungen mit ihren mißlichen Folgen an der Tagesordnung, weil das Nürnberger Fahrleitungsnetz fast nur aus Kurven besteht. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt der zur Einführung des Bügelsystems veranlaßte, war das Bestreben der Fahrleitungsanlage ein schöneres Aussehen zu geben. Erfreulicherweise ist es gelungen, die Umbauarbeiten noch vor Kriegsausbruch zu beenden und die oben bezeichneten Vorteile noch während der Kriegszeit zu genießen, zur Erleichterung der ohnehin durch den Krieg erschwerten Betriebsführung.

Zahlentafel 1. Gegenüberstellung der wichtigsten Betriebszahlen der Jahre 1905 und 1915.

	1905	1915	Eingetretene Änderung %
1. Betriebslänge des Netzes in km . .	35,26	55,76	+ 60
2. Zahl d. Triebwagen	115	230	+ 100
Zahl d. Beiwagen .	97	224	+ 131
3. Geleistete Zugkm	5 400 000	6 410 000	+ 20
		im Jahre 1914 waren es 8 560 000	= + 55
4. Durchschnittliche Jahresleistung der Zentrale in kW .	650	1100	+ 70
		1914 =	+ 143
5. Höchstleistung in kW	850	1920	+ 130
6. Zentralenleistung überhaupt	1550	5480	+ 250
7. Maschinenspannung in V	500 bis 550	630	14 bis 26
8. In d. Speiseleitungen abgegebene kWh	3 900 000	7 125 000	+ 83
9. Zahl der Speisebezirke	12	24	+ 100
10. Hiervon i. d. Regel positiv	5 (nur z. T. umschaltbar)	(alle umschaltbar)	.
negativ	7 (nur z. T. umschaltbar)	(alle umschaltbar)	.
11. Durchschnittliche Länge eines Speisebezirks in km .	3	2,4	— 20
12. Beförderte Personen	22 300 000	46 800 000	+ 110

Im Laufe der letzten 10 Jahre (Zahlentafel 1) hat sich ganz allgemein gesprochen die Leistung und der Umfang des Unter-

Digitized by Google

nehmens mehr als verdoppelt. Hervorzuheben ist, daß die Zahl der Speisebezirke verdoppelt und deren Länge um mehr als 20% verringert wurde. Das Wichtigste ist, daß alle Bezirke umschaltbar sind, um hierdurch im Stande zu sein, einen tunlichsten Ausgleich auf beiden Netzhälften herbeiführen zu können. Eine Erklärung dafür, daß die Höchstleistung so enorm aufstieg, ist auf die Zunahme von schweren Wagenzügen zurück zuführen zu Massenbeförderung von Arbeitern in Arbeiterzügen. Bei der reichlichen Bemessung der Maschinenleistung ging man angesichts der stetigen Entwicklung der Straßenbahn weitsichtig vor. Dies kommt bei der Schwierigkeit der Maschinenbeschaffung zur Jetztzeit der Verwaltung sehr zu statten. Reichlich große Maschinensätze ertragen Belastungsstöße leichter. Der den verschieden hohen Belastungen entsprechende Wirkungsgrad fällt bei Einankerumformern weniger in die Wagschale, als bei Dampfdynamos. Die Größenordnung der Antriebsmaschinen an sich hat gegen früher zugenommen, insofern früher 10 Dynamos mit zusammen 1200 kW vorhanden gewesen sind, gegenüber den derzeitigen 8 Dynamos mit zusammen 5480 kW.

Bei dieser Gelegenheit sei noch auf einen weiteren, für die Stromversorgung günstigen Umstand hingewiesen. Das ist die Stromlieferung durch das Großkraftwerk Franken in Nürnberg. Früher wurde die gesamte elektrische Arbeit von der Straßenbahn in eigener Anlage an einer in Bezug auf das Straßenbahnnetz ungünstig gelegenen Stelle, nämlich in dem Werk Fürtherstraße erzeugt (Abb. 1) und zur Hälfte mittels Kabel nach der 5,7 km entfernten Unterstation St. Peter mit einer für die Entfernung verhältnismäßig geringen Spannung nämlich 550 V, geleitet. Zur Zeit versorgt das Großkraftwerk Franken beide Stationen je zur Hälfte direkt mit Drehstrom 20 000/380 V, der in Einankerumformern in Gleichstrom 630 V umgeformt wird. Wie in früher Zeit dient das Werk Fürtherstraße zur Versorgung der westlichen Netzhälfte und das Werk St. Peter zur Speisung der östlichen Netzhälfte. In der Maschinenstation befanden sich 1903:

4 Maschinensätze von je 2×70 kW	= 560 kW
2 Maschinensätze von je 320 kW	= 640 kW
	1200 kW

außerdem eine Akkumulatorenbatterie von 360 kW für die positive Netzhälfte.

In der Unterstation St. Peter befand sich 1903 lediglich eine Akkumulatorenbatterie von 330 kW für die negative Netzhälfte.

Das Werk in der Fürtherstraße besitzt z. Zt.:

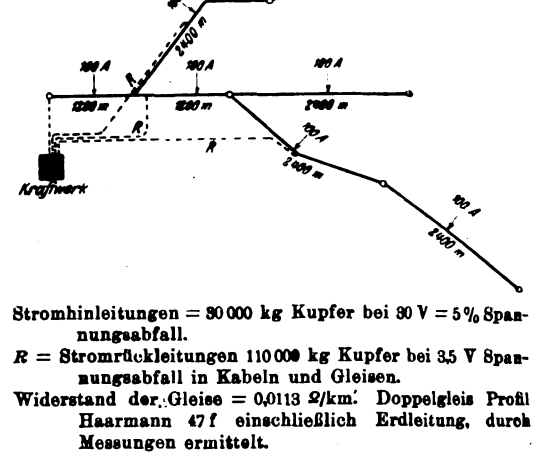
2 Einankerumformer von je 400 kW	= 800 kW
2 Einankerumformer von je 800 kW	= 1600 kW
1 Pufferbatterie von	360 kW
	2760 kW

Das Werk St. Peter besitzt:

2 Einankerumformer von je 400 kW	= 800 kW
2 Einankerumformer von je 800 kW	= 1600 kW
1 Pufferbatterie von	330 kW
	2730 kW

Die Batterien waren bei der Anschaffung als Pufferbatterien gedacht. Dieser Zweck ist seit der Versorgung durch das Großkraftwerk Franken weggefallen, weil infolge der starren Wirkungsweise der Einankerumformer und der geringen Spannungsschwankungen im Drehstrom-Primärnetz die Batterien überhaupt nicht mehr zur Pufferwirkung kommen. Alle Schwankungen in der Netzbelastung werden von den Einankerumformern ausgeglichen. Die Batterien haben lediglich zur Nachtzeit bei ruhendem Umformernetrieb noch eine Bedeutung als Leistungsbatterien. Ob für später nach eingetretenem Verschleiß die Pufferbatterien beizuhalten und zu erneuern sind, steht dahin. Jedenfalls würden bei der geringen Nachtleistung von etwa 100 kW auch Quecksilbergleichrichter genügen, die mancherlei Vorteile bieten. Derartige Quecksilbergleichrichter sind mit gutem Erfolg und beträchtlicher Größe bereits in dem städtischen Elektrizitätswerk Pforzheim für die dortige elektrische Straßenbahn in Verwendung.[1])

Nach diesen Betrachtungen allgemeiner Art soll zum wesentlichen Teil der vorwürfigen Frage, nämlich zum Rückstrom, übergegangen werden. Auf Abb. 2 ist die Rückstromkurve wie sie einer der täglichen Aufschreibungen willkürlich entnommen ist, zur Darstellung gebracht. Infolge der wenig wirksamen Dämpfung des Stromschreibers besteht die Kurve aus aneinander gereihten Zacken von Sekundendauer. Man sieht, wie fortgesetzt der Schreibstift aus dem positivem Feld in das negative Feld und umgekehrt hin und her pendelt. Würde man einen stark gedämpften Stromschreiber verwenden, so würde man eine Schaulinie nach Abb. 3 erhalten. Die Abweichung nach + oder — beträgt etwa 120 A bei einer Gesamtbelastung von 800 A. Die Spitzen der Schaulinie in Abb. 2 erreichen allerdings Momentanwerte von 400 A, die sprunghaft fast in gleicher Zahl und in gleicher Größenordnung bald auf der positiven bald auf der negativen Hälfte auftreten. Ungleichheiten bzw. Nulleiterströme, die längere Zeit auf einer Netzhälfte sich bemerkbar machen, können ohne weiteres dadurch beseitigt werden, daß man einen der Hälfte der einseitigen Netzbelastung entsprechenden Bezirk umschaltet, d. i., daß man ihn von der Netzhälfte mit zu hoher Belastung wegnimmt und auf jene der niederen Belastung schaltet. Diese Schaltung ist an der Schalttafel schnell und bequem durchführbar, indem der Wärter den selbsttätigen Stromunterbrecher des zu dem betreffenden Bezirk führenden Kabels springen läßt, den Umschalter umlegt und den Stromunterbrecher wieder einschaltet. In dem betreffenden Bezirke macht sich dieser Vorgang bei Tage nur bei denjenigen Wagen etwas bemerkbar, welche bergaufwärts fahren. Bei Fahrten in der Ebene oder im Gefälle merkt der Wagenführer überhaupt nichts. Des Abends bei Lichtbetrieb tritt eine kurze Lichtunterbrechung ein. Diese ist bei geschickter Handhabung der Schalter von ganz kurzer Dauer. Mit der Zeit erwirbt sich der Schaltwärter eine große Fertigkeit, die sich auf Erfahrungen über die im Netz mit großer Regelmäßigkeit abspielenden Vorgänge im Wagenverkehr stützt. Es bildet sich gewissermaßen eine Praxis heraus, da Belastungswechsel in einzelnen Bezirken beispielsweise durch Sonderwagenbetrieb infolge Abholens von Arbeitermassen aus den Fabriken, Ausflugsverkehr an Sonn- und Feiertagen usw. vorher bekannt sind. Wie bereits in meinem eingangs erwähnten Aufsatz hervorgehoben worden ist, spielen für elektrolytische Vorgänge Ströme von Augenblicksdauer keine wesentliche Rolle, da eine gewisse Zeit nötig ist, um den Polarisationszustand zu überwinden. Bei der einen Stromrichtung sind die Schienen die Anoden, bei der entgegengesetzten Stromrichtung sind sie die Kathoden.



Stromhinleitungen = 80 000 kg Kupfer bei 80 V = 5% Spannungsabfall.
R = Stromrückleitungen 110 000 kg Kupfer bei 3,5 V Spannungsabfall in Kabeln und Gleisen.
Widerstand der Gleise = 0,0113 Ω/km. Doppelgleis Profil Haarmann 47 f einschließlich Erdleitung, durch Messungen ermittelt.

Abb. 4. Beispiel eines Netzes in Zweileiterschaltung.

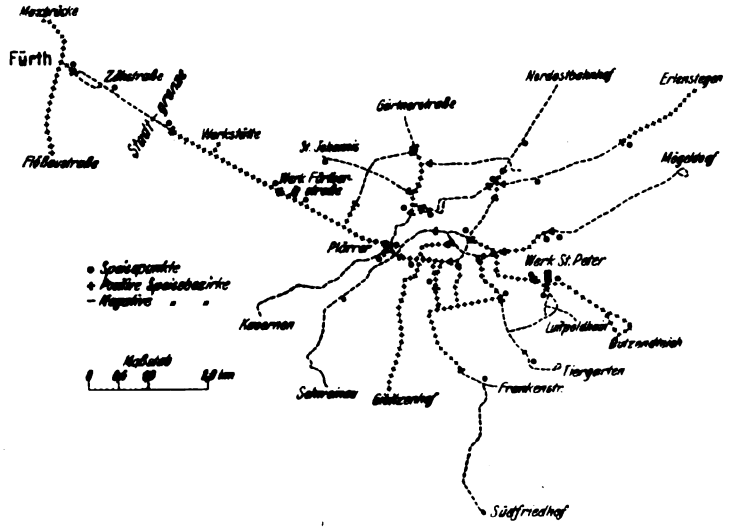


Abb. 1. Netz der Nürnberg-Fürther Straßenbahn im Jahre 1915.

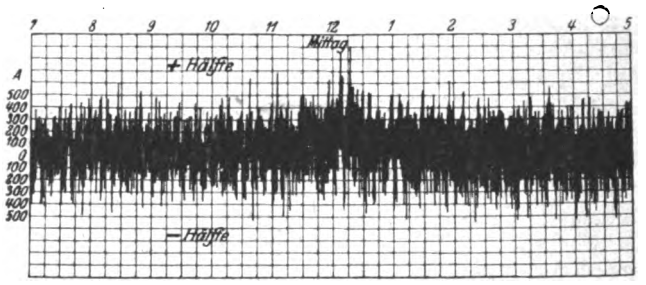


Abb. 2. Aufzeichnung des Rückstromes (ungedämpft). Durchschnittsbelastung der Außenleiter 700 bis 800 A.

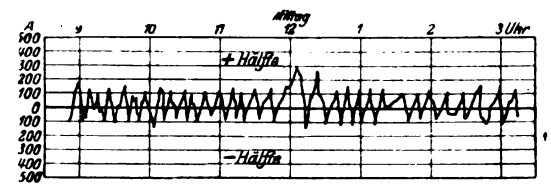


Abb. 3. Aufzeichnung des Rückstromes (gedämpft). Durchschnittsbelastung der Außenleiter 700 bis 800 A.

Die Spitzen der Schaulinie in Abb. 2 erreichen allerdings Momentanwerte von 400 A, die sprunghaft fast in gleicher Zahl und in gleicher Größenordnung bald auf der positiven bald auf der negativen Hälfte auftreten. Ungleichheiten bzw. Nulleiterströme, die längere Zeit auf einer Netzhälfte sich bemerkbar machen, können ohne weiteres dadurch beseitigt werden, daß man einen der Hälfte der einseitigen Netzbelastung entsprechenden Bezirk umschaltet, d. i., daß man ihn von der Netzhälfte mit zu hoher Belastung wegnimmt und auf jene der niederen Belastung schaltet. Diese Schaltung ist an der Schalttafel schnell und bequem durchführbar, indem der Wärter den selbsttätigen Stromunterbrecher des zu dem betreffenden Bezirk führenden Kabels springen

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 107.

derwagenbetrieb infolge Abholens von Arbeitermassen aus den Fabriken, Ausflugsverkehr an Sonn- und Feiertagen usw. vorher bekannt sind. Wie bereits in meinem eingangs erwähnten Aufsatz hervorgehoben worden ist, spielen für elektrolytische Vorgänge Ströme von Augenblicksdauer keine wesentliche Rolle, da eine gewisse Zeit nötig ist, um den Polarisationszustand zu überwinden. Bei der einen Stromrichtung sind die Schienen die Anoden, bei der entgegengesetzten Stromrichtung sind sie die Kathoden.

Um den großen Unterschied im Kupferaufwand bei den beiden Schaltungsarten zu veranschaulichen, soll nachstehende vergleichende Berechnung dienen.

In Abb. 4 ist ein Straßenbahnnetz dargestellt und hierfür vergleichsweise der Kupferaufwand berechnet einmal nach der Zweileiterschaltung das andere Mal nach der Dreileiterschaltung unter genauer Einhaltung der Vorschriften der vereinigten Erdstromkommission. Die Hinleitungen sind für beide Schaltungsarten gleich. Bei der Zwei-

Digitized by Google

leiterschaltung beträgt das Kupfergewicht für die Rückleitungen 110 000 kg. Bei der Dreileiterschaltung 300 kg. Das Kupfergewicht der Rückleitung beträgt bei der Zweileiterschaltung das 3,7-fache der Hinleitungen, trotzdem erstere nur etwa die Hälfte des Stromes zu übertragen haben wie die letzteren. Dies rührt daher, weil der Spannungsabfall in den Hinleitungen mit 80 V das 12-fache von dem der Rückleitungen, d. s. 2,5 V, beträgt. Um bei langen Rückleitungen derartig hohem Kupferaufwand auszuweichen, wendet man nun Rückleitungen in die Erde gelegt worden sind, als für Hinleitungen nötig waren. Dieses Verfahren wäre dann vollkommen, wenn der zulässige Spannungsabfall in den Rückleitungen ebenso hoch sein könnte, wie in den Hinleitungen. In letzteren beträgt der Spannungsabfall bis zu 8%, das sind 40 V, während in ersteren er 2,5 V, das ist der 16. Teil, betragen soll.

In Nachstehendem ist untersucht, wieviel Wagen in einem Strombezirk bei der Dreileiterschaltung fahren können, bis der zulässige

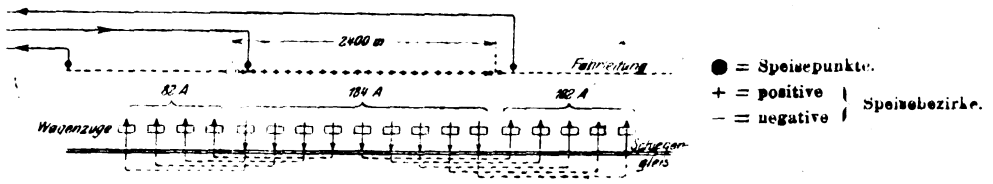


Abb. 5. Verlauf des Rückstromes in einem Speisebezirke.

Saugedynamos an. Die Anlagekosten lassen sich in dem Falle entsprechend dem höheren Verluste allerdings erheblich herabsetzen. Die Betriebskosten dagegen wachsen bedeutend besonders bei hohen Strompreisen weil die Saugedynamos dauernd im Betrieb gehalten werden müssen. Über die Konstruktion der Saugedynamos ist zu bemerken daß die Erregung durch die Hinleitung erfolgt. Der Anker muß nicht nur für die Höchststromstärke bemessen sein sondern auch für den mit der Höchststromstärke sich einstellenden höchsten Spannungsabfall. Allgemeine Anhaltspunkte für die Bemessung der Rückstromleitungsanlage lassen sich schwer geben. Es ist von Fall zu Fall durch Gegenüberstellung und Vergleichsrechnungen die zweckmäßigste Anordnung auszuwählen. Ganz allgemein gilt der Grundsatz, daß der Spannungsabfall in den Kabeln so zu bemessen ist, daß die Jahresaufwendungen, d. s. Zinsen, Tilgung und Erneuerung der für die Rückleitung dienenden Anlageteile zusätzlich der Energieverluste ein Minimum werden.

Die im Jahre 1910 aufgestellten Vorschriften der vereinigten Erdstromkommission unterscheiden ein verzweigtes Innennetz und auslaufende Strecken, dazwischen einen das Innennetz umschließenden Gürtel von 2 km Breite. Zwischen zwei beliebigen Punkten des Innennetzes samt dem Gürtel soll der Spannungsunterschied 2,5 V nicht überschreiten. Für die Ausläufer ist zwar eine Erleichterung eingeräumt, insofern für je 1 km Schienenlänge 1 V Spannungsabfall zulässig ist. Diese Milderung ist bei langen Ausläufern aber nur eine scheinbare. Unter Umständen können bei langen Ausläufern unnötige Härten entstehen, insbesondere dann, wenn keine mit der Erde in Berührung stehenden metallische Leitungen vorhanden sind, denen Schutz gebracht werden soll. Aus der Struktur dieser Bestimmung kann man sehen, wie schwierig es ist, Grundregeln einwandfrei zu fassen, weil zu leicht unhaltbare Forderungen entstehen. Es ist dies ohne Weiteres einzusehen, wenn in Betracht gezogen wird, daß 1 km Doppelgleis unter Einbeziehung der Erdleitung in seiner Leitfähigkeit einem gleichlangen Kupferkabel von 1500 mm² entspricht. Wenn auch die restlose Erfüllung der Vorschriften der vereinigten Erdstromkommission großen Aufwand erheischt, so darf man hiervor doch nicht zurückschrecken in dem Bestreben, einwandfreie Verhältnisse zu schaffen.

Den Erdstromvorschriften liegt der Gedanke zugrunde, daß die Schienen im Gegensatz zur früheren Anschauung nicht als eigentliche Stromrückleiter zu gelten haben, sondern mehr als Ausgleicher und Vermittler des Rückleitungsstromes. Letzterer Forderung wird bei der Dreileiterschaltung, wie aus obigem Beispiel zu ersehen ist, am besten Rechung getragen. Bisher glaubte man weit gegangen zu sein, wenn ebensoviele Kupferquerschnitte für Spannungsabfall in den Schienen, das sind 2,5 V, erreicht bzw. überschritten wird (Abb. 5).

Länge des Bezirkes = 2400 m.

Strombedarf pro Zug = im Mittel = 20 A bei 500 V = 10 kW.

Ohmscher Widerstand für 1 km Doppelgleis (Profil Haarmann 47 f) einschließlich Erdleitung = 0,0113 Ω.

Zulässiger Spannungsabfall im Gleis = 2,5 V.

$$2{,}5 = x \cdot \frac{1}{2} \cdot 0{,}0113 \cdot 2{,}4.$$

x = 184 A = 9,2 Züge auf beiden Gleisen, d. s. für ein Gleis 4,6 Züge, daher Zugabstand 2400 : 4,6 = 520 m.

Bei 12 km Stundengeschwindigkeit entspricht das einer Zugfolge von 2½ min. Bei diesen Verhältnissen ist irgend welche Rückstromverstärkung der Schienen unnötig. Falls dauernd eine dichtere Zugfolge nötig wird, so kann entweder der Bezirk verkürzt oder das Schienenprofil verstärkt werden.

Das Wesentliche bei der Dreileiterschaltung ist, daß nur ein Teil der Schienen unter Strom steht und daß niemals, wie bei der Zweileiterschaltung der Fall eintreten kann, daß die von den Wagen fließenden Ströme sich sammeln und gemeinsam in Richtung nach dem Kraftwerk zu sich anhäufen und so einen erheblichen Spannungsabfall verursachen. Als weiterer Vorteil der Dreileiterschaltung darf noch der bezeichnet werden, daß man bei Gleisauswechslungen in den meisten Fällen von der Verlegung provisorischer Schienenverbindungen absehen kann, weil die geringen Rückleitungsströme in den Schienen von den benachbarten Bezirken ausgeglichen werden.

Die in dem eingangs erwähnten Bericht erhofften Vorteile der Dreileiterschaltung sind, wie bereits erwähnt, eingetreten. Diese bestehen darin, daß die Leistungsfähigkeit der Anlage erhöht und die technisch-wirtschaftliche Grenze des Stromversorgungsgebietes bedeutend hinausgerückt wird. Durch Verringerung der Verluste werden wesentliche Stromersparnisse erzielt. Die wenigen Nachteile, mit denen gerechnet werden mußte, sind überwunden. Alles in allem gesagt, kann nach den gesammelten Erfahrungen die Einführung der Dreileiterschaltung nur empfohlen werden. Jedenfalls stellt diese ein wirksames Mittel dar, an Kupfer zu sparen, das nicht allein während des Krieges, sondern auch nach dem Krieg ein rares und teures Metall bleiben wird. Vielfach begegnet man dem Bedenken, daß für große Netze die nachträgliche Einführung der Dreileiterschaltung erhebliche Schwierigkeiten verursachen könnte. Eine derartige Befürchtung ist durch nichts begründet. Im Gegenteil läßt sich bei großen Netzen eine Abgleichung der Belastungsänderungen leichter durchführen als bei kleinen Netzen. Als Nachteil könnte noch bezeichnet werden, daß das Arbeiten vom Turmwagen aus an den Netztrennstellen gefährlich ist, weil hier die +- und —-Strecken, d. s. 1100 V, zusammenstoßen. Bei Arbeiten von längerer Dauer kann aber leicht durch Umschaltung der Bezirke gleiche Polarität herbeigeführt werden. Im Übrigen sind die betreffenden Stellen der Fahrdrahtanlage durch Warnungstafeln besonders gekennzeichnet.

Es wäre zu begrüßen, wenn solche Betriebe, die seit längerer Zeit die Dreileiterschaltung eingeführt und Erfahrungen gesammelt haben, sich veranlaßt sähen, im allseitigen Interesse ihre Erfahrung gleichfalls mitzuteilen. Dies wäre ein schätzbares Ergebnis des vorstehenden Aufsatzes.

Die Stromverteilung in Mehrphasen-Kollektorankern.

Von Dr.-Ing. Tom Schmitz, Berlin.

Übersicht. Es werden Untersuchungen angestellt über die Stromverteilung in Mehrphasen-Kollektorankern für einfachen und doppelten Bürstensatz bei beliebiger Phasenzahl des Läufers. Beim doppelten Bürstensatz ergiebt sich, daß im allgemeinen zwei Gruppen von Leitern zu unterscheiden sind, die voneinander abweichende Ströme führen. Die Formeln für die Leiterströme in Abhängigkeit von dem Bürstenstrom werden aufgestellt. Ferner werden Formeln gegeben für die räumliche Verteilung der erwähnten zwei Leitergruppen, die von der Größe des Bürstenwinkels und davon, ob die Phasenzahl gerade oder ungerade ist, abhängt. Es wird ferner die Stromverteilung in einer ideellen einschichtigen Wicklung bestimmt und aus der Phase der in den einzelnen Abschnitten dieser ideellen Wicklung fließenden Ströme die Phase der zwischen zwei zusammengehörenden Bürsten resultierenden Streu-EMK abgeleitet. Es ergiebt sich, daß der Vektor derselben dem Vektor des Bürstenstromes um 90° nacheilt, ein Ergebnis, nach dem man bei Aufstellung von Vektordiagrammen wohl schon immer verfahren ist, für das aber doch eine genaue Ableitung nicht ohne Bedeutung ist. Die gefundenen Formeln werden an mehreren Beispielen geprüft und in einer Tafel zusammengestellt.

Die Anker der Drehstrom-Reihenschluß-Kollektormotoren werden in der bisher verbreitetsten Ausführung dreiphasig gespeist, d. h. der Strom, der die Statorwicklung durchfließt, wird dem Anker über drei um 120° gegeneinander versetzte Bürsten (beim zweipoligen Motor) zugeführt, und beim Motor mit Doppelbürsten, über einen zweiten Bürstensatz, der ebenfalls aus drei um 120° versetzten Bürsten besteht, wieder aus dem Rotor hinausgeführt. Neben dieser dreiphasigen Speisung des Rotors besteht aber auch die Möglichkeit, ihn mehrphasig zu speisen. Hierzu ist es notwendig, zwischen Stator und Rotor einen Transformator zu schalten, der den Übergang vom dreiphasigen zum mehrphasigen System ermöglicht. Ein solcher Transformator für den Übergang vom Dreiphasen- zum Zweiphasensystem ist unter dem Namen des Scottschen Transformators bekannt. Durch geeignete Schaltungen, wie sie u. a. von Latour in mehreren Patenten[1]) niedergelegt sind, kann man aber vom Dreiphasensystem auch zu andersphasigen, z. B. zum Neun- oder Zwölfphasensystem übergehen.

Der Zweck einer solchen mehrphasigen Rotorspeisung ist die Verringerung der Stromwendespannung. Diese ist bekanntlich u. a. auch proportional dem Betrage, um den der Strom einer Spule kommutiert wird, d. h. der Differenz der Momentanwerte der Ströme in den beiden Phasen, denen die Spule vor und nach dem Kurzschluß durch die Bürsten angehört.

Diese Differenz ist durch folgende Formel gegeben:

$$i_n' - i'_{n-1} = J_0' \left[\sin \omega t - \sin\left(\omega t + \frac{360}{q_2}\right) \right] \quad (1$$

[1]) D. R. P. Nr. 269345, 270382.

Digitized by Google

Hierin bedeuten:

i_n' den Momentanwert des Leiterstromes in der Phase n zur Zeit t,
i_n' den Momentanwert des Leiterstromes in der Phase $n-1$ zur Zeit t,
J_0' die Amplitude des Leiterstromes,
q_2 die Phasenzahl des Rotors,
$\omega = 2\pi\nu$,
ν die Periodenzahl.

Allgemein sollen mit kleinen Buchstaben Momentanwerte, mit großen Buchstaben Effektivwerte und mit großen Buchstaben mit dem Index 0 Maximalwerte bezeichnet werden. Einfach gestrichene Buchstaben bedeuten, daß der betreffende Wert in den Rotorleitern auftritt. Buchstaben mit dem Index B bedeuten, daß der betreffende Wert in den Bürsten auftritt.

Aus der Formel (1) folgt nun, daß die Differenz $i_n' - i_{n-1}'$, und somit die Stromwendespannung, um so kleiner wird, je größer q_2 ist. In dem praktisch natürlich nicht erreichbaren Fall von $q_2 = \infty$ wird $i_n' - i'_{n-1} = 0$.

Der beliebigen Vermehrung der Phasenzahl ist dadurch eine Grenze gesetzt, daß sich auf dem Kollektor nur eine begrenzte Bürstenzahl unterbringen läßt. Bei Maschinen mit $2p > 2$ lassen sich die Bürsten zwar auf die einzelnen Polpaare verteilen, indem man (bei Schleifenwicklung unter Zuhilfenahme von Lamellenverbindungen) einzelne Bürsten ausfallen läßt, doch kann man mit Rücksicht auf die Bürstenbelastung hiermit auch nicht zu weit gehen. Eine günstige Phasenzahl für den Rotor ist 9, zumal sich diese mit einem einzigen dreischenkligen Transformator bequem herstellen läßt.

Die gegenseitige Phasenlage der Leiterströme in einem neunphasigen Rotor ist durch das Neuneck Abb. 1 veranschaulicht. Nehmen wir zunächst einen Rotor mit einfachem Bürstensatz an, so liegen die Bürsten an den

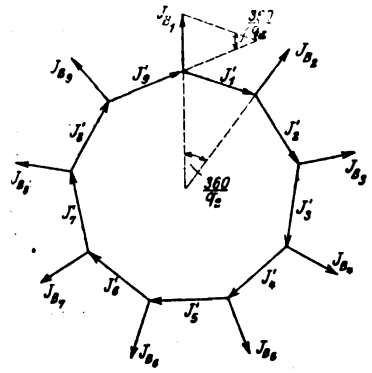


Abb. 1.

Ecken des Polygons auf. Da an den Bürstenauflagestellen die beiden der Bürste benachbarten Teile gegeneinander geschaltet sind, so ist der Bürstenstrom gleich der geometrischen Differenz der beiden Phasenströme. Der Bürstenstrom ist also, wie aus Abb. 1 zu ersehen ist:

$$J_B = 2 \cdot J' \cdot \sin\frac{180}{q_2} \quad \ldots\ldots \quad (2$$

Diese Formel gilt für einen Rotor mit $a = 1$. Haben wir allgemein $2a$ parallele Kreise im Rotor, und liegen für 1 Phase ϱ Bürsten auf dem Kollektor auf, so ist:

$$J_B = \frac{a}{\varrho} \cdot 2 \cdot J' \cdot \sin\frac{180}{q_2} \quad \ldots\ldots \quad (3$$

Um nun die Beziehung zwischen Leiterstrom und Bürstenstrom beim Mehrphasenrotor mit Doppelbürsten aufzufinden, gehen wir in der Weise vor, daß wir den Bürstenstrom seiner Größe und Phase nach festlegen und ihn nun auf seinem Wege durch die Rotorleiter verfolgen. Hierbei sehen wir zunächst, daß sich der Bürstenstrom einer jeden Phase beim Eintritt in den Rotor in zwei Zweige teilt, die beide nach der zweiten Bürste derselben Phase streben und sich dort wieder vereinigen. Die beiden Teilströme, in die sich der Bürstenstrom einer jeden Phase verzweigt, wollen wir J_g' und J_k' nennen, u. zw. soll J_g' der Teilstrom sein, der auf dem kürzeren Wege von einer Bürste zur anderen, und J_k' der Teilstrom, der auf dem längeren Wege verläuft. Für die beiden Teilströme gilt:

$$J_g' \mathbin{\hat{+}} J_k' = J_B \quad \ldots\ldots \quad (4$$

Jeder Leiter wird nun von einem der beiden Teilströme, J_g' oder J_k' sämtlicher Phasen durchflossen. Diese überlagern sich und geben somit den wirklichen Leiterstrom. Es läßt sich nun zeigen, daß man zu demselben richtigen Ergebnis gelangt, wenn man annimmt, daß sich die Bürstenströme nicht teilen, sondern auf dem kürzesten Wege, also auf dem Wege der Ströme J_g', von der festen zur beweglichen Bürste derselben Phase verlaufen. Da die Komponenten J_g' und J_k' infolge der vollkommenen Symmetrie des Rotors, für alle Phasen die gleichen sind, so werden die Ströme J_g' ebenso wie die Bürstenströme ein gleichmäßiges geschlossenes Polygon von q_2 Seiten bilden, und ebenso die Komponenten J_k'.

Für diese Ströme gilt also:

$$\left.\begin{aligned} J_{g1}' \mathbin{\hat{+}} J_{g2}' \mathbin{\hat{+}} J_{g3}' \mathbin{\hat{+}} \ldots\ldots \mathbin{\hat{+}} J_{g\,q_2}' &= 0 \\ J_{k1}' \mathbin{\hat{+}} J_{k2}' \mathbin{\hat{+}} J_{k3}' \mathbin{\hat{+}} \ldots\ldots \mathbin{\hat{+}} J_{k\,q_2}' &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (5$$

Nun werden in einem Leiter, der z. B. im Punkte A (Abb. 2) liegt, die Teilströme J_g'

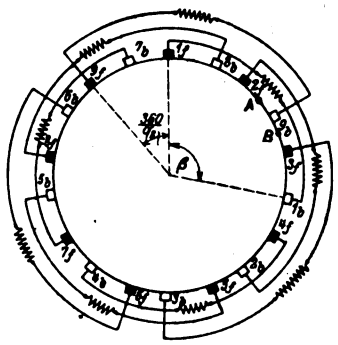


Abb. 2.

der Phasen 9, 1 und 2 fließen, und die Teilströme J_k' sämtlicher anderen Phasen 3, 4, 5, 6, 7, 8. Nach Formel 5 ist

$$J_{k3}' \mathbin{\hat{+}} J_{k4}' \mathbin{\hat{+}} J_{k5}' \mathbin{\hat{+}} J_{k6}' \mathbin{\hat{+}} J_{k7}' \mathbin{\hat{+}} J_{k8}' = -(J_{k9}' \mathbin{\hat{+}} J_{k1}' \mathbin{\hat{+}} J_{k2}').$$

Nun ist aber zu bedenken, daß wenn man der Richtung, in der die Ströme J_g' die Leiter durchfließen, ein bestimmtes Vorzeichen beigibt, daß dann den Strömen J_k' das entgegengesetzte Vorzeichen zugeschrieben werden muß. Wir erhalten also für den Leiterstrom im Punkt A den Ausdruck:

$$\begin{aligned} J' &= (J_{g9}' \mathbin{\hat{+}} J_{g1}' \mathbin{\hat{+}} J_{g2}') \mathbin{\hat{-}} [-(J_{k9}' \mathbin{\hat{+}} J_{k1}' \mathbin{\hat{+}} J_{k2}')] \\ &= (J_{g9}' \mathbin{\hat{+}} J_{k9}') \mathbin{\hat{+}} (J_{g1} \mathbin{\hat{+}} J_{k1}') \mathbin{\hat{+}} (J_{g2}' \mathbin{\hat{+}} J_{k2}') \\ &= J_{B9} \mathbin{\hat{+}} J_{B1} \mathbin{\hat{+}} J_{B2}. \end{aligned}$$

d. h. der Leiterstrom im Punkte A ist gleich der Resultierenden aus den Bürstenströmen der Phasen 9, 1 und 2.

Auf Grund dieser Erkenntnis können wir nun folgenden Satz aufstellen, der dann gilt, wenn sich im Rotor keine inneren Ströme, z. B. über Ausgleichsleitungen, ausbilden:

Satz I:

Der Strom in einem Leiter ist gleich der Resultierenden aus den Bürstenströmen der sich am Orte des betrachteten Leiters überlappenden Phasen.

Hieraus folgt nun sofort, daß der Strom nicht in allen Leitern dieselbe Größe hat, denn z. B. im Punkte B der Abb. 2 überlappen sich nur zwei Phasen, während es im Punkt A drei sind.

Die Zahl der sich überlappenden Phasen hängt von der Größe des Winkels β ab, und die nächste Aufgabe wäre nun, den Zusammenhang zwischen dem Winkel β und dem Strom J' zu finden.

Man ersieht zunächst aus Abb. 2, daß man im allgemeinen zwei Wicklungsabschnitte zu unterscheiden hat, in denen sich m oder $m-1$ Phasen überlappen, und es ist:

$$m = \frac{\beta}{360/q_2} \quad \ldots\ldots \quad (6$$

Ergibt sich m nach der Gl. (6) als gebrochene Zahl, so ist diese auf die nächstgrößere ganze Zahl abzurunden. Die in den beiden Wicklungsabschnitten fließenden Ströme sollen mit J_a' und J_b' bezeichnet werden. J_a' setzt sich aus $m-1$ Komponenten zusammen und J_b' aus m. Die Komponenten sind stets einander gleich, u. zw. gleich den Bürstenströmen.

Abb. 3 stellt das Polygon der Bürstenströme dar. Tragen wir nun von einer der Polygonecken aus den Winkel β ab, so werden

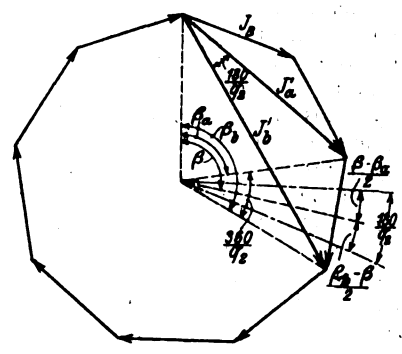


Abb. 3.

die Leiterströme J_a' und J_b' dargestellt durch die Sehnen, die von dieser Polygonecke nach den den Winkeln β_a und β_b entsprechenden Ecken gezogen werden.

Dabei ist:

$$\beta_a = (m-1) \cdot \frac{360}{q_2} \quad \text{und} \quad \beta_b = m \cdot \frac{360}{q_2}. \quad (7$$

Ergibt sich m aus der Formel (6) als ganze Zahl, d. h. stehen die beweglichen Bürsten einer Phase auf denselben Lamellen, wie die festen Bürsten einer anderen Phase, so wird $\beta = \beta_b$ und $\beta_a = \beta - \frac{360}{q_2}$.

Der Strom J_a' fließt innerhalb des Winkels $\beta_b - \beta$ und der Strom J_b' innerhalb des Winkels $\beta - \beta_a$, und es ist:

$$J_a' = J_B \cdot \frac{\sin\frac{\beta_a}{2}}{\sin\frac{180}{q_2}}, \qquad J_b' = J_B \cdot \frac{\sin\frac{\beta_b}{2}}{\sin\frac{180}{q_2}}. \quad (8$$

J_a' und J_b' haben gegeneinander $\frac{180^0}{q_2}$ Phasenverschiebung.

Der Strom J_a' wird von N_a und der Strom J_b' von N_b Leitern geführt, und es ist

$$N_a = \frac{N(\beta_b - \beta)}{\frac{360}{q_2}}, \qquad N_b = \frac{N(\beta - \beta_a)}{\frac{360}{q_2}}, \quad (9$$

wenn N die Leiterzahl des zweipoligen Motors ist. Wir können nun auf dem Rotor zwei q_2-phasige ineinandergeschachtelte Wicklungen annehmen, von denen die eine von dem Strom J_a' und die andere von dem Strom J' durchflossen wird, und deren Achsen um $\frac{180^0}{q_2}$ gegeneinander verschoben sind (Abb. 3). Die Ströme J_a' und J_b' haben, wie wir gesehen hatten, gegeneinander eine Phasenverschiebung von ebenfalls $\frac{180^0}{q_2}$, u. zw. erkennt man bei Betrachtung der Abb. 3, daß die räumlich voreilende Wicklung den zeitlich nacheilenden Strom zuführt. Die beiden Wirkungen heben sich also in bezug auf das erzeugte Drehfeld

Digitized by Google

auf, und wir können die beiden Wicklungen durch eine einzige von der Leiterzahl N ersetzen, die einen Strom führt, der gleich dem arithmetischen Mittelwert aus den beiden Strömen J_a' und J_b' ist. Dieser Mittelwert ist:

$$J_m' = \frac{J_a' \cdot (\beta_b - \beta)}{\frac{360}{q_2}} + \frac{J_b' \cdot (\beta - \beta_a)}{\frac{360}{q_2}}. \quad (10$$

Setzen wir die Werte von J_a' und J_b' aus Formel (3) ein, so erhalten wir:

$$J_m' = \frac{J_B}{\frac{360}{q_2} \cdot \sin\frac{180}{q_2}} \cdot \times \left[(\beta_b - \beta)\sin\frac{\beta_a}{2} + (\beta - \beta_a)\sin\frac{\beta_b}{2}\right]. \quad (11$$

Ist die Phasenzahl genügend groß, so kann man die Leiterzahlen proportional den Sehnen der bewickelten Segmente setzen oder, was dasselbe ist, proportional dem Sinus des halben zugehörigen Winkels.

Es wird dann

$$J_m' = J_B \cdot \frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{180}{q_2}} \cdot \quad \ldots \quad (12$$

Schon bei $q_2 = 9$ erhält man auf diese Weise eine gute Annäherung, wie sich aus folgendem Beispiel ergibt.

Für $\beta = 100^0$ erhält man nach Formel (11)

$$J_m' = J_B \cdot \frac{\sin 40^0}{\sin 20^0} \cdot \frac{20}{40} + J_B \cdot \frac{\sin 60^0}{\sin 20^0} \cdot \frac{20}{40} = 2{,}21\, J_B$$

und nach Formel (12)

$$J_m' = J_B \cdot \frac{\sin 50^0}{\sin 20^0} = 2{,}23\, J_B.$$

Wie vorhin gezeigt wurde, setzt sich der Leiterstrom aus m bzw. $m-1$ Bürstenströmen benachbarter Phasen zusammen. So entsteht z. B. der Leiterstrom in einem Stabe der Oberschicht der Wicklung im Punkte A (Abb. 4)

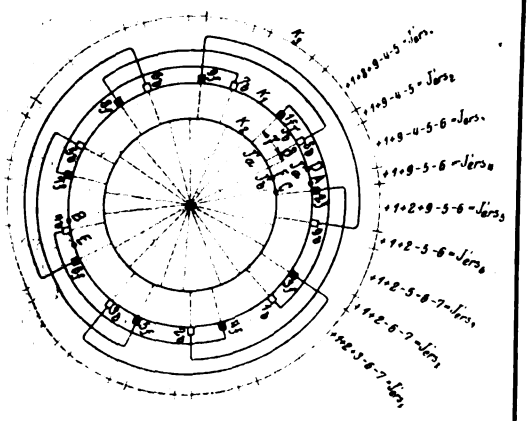


Abb. 4.

durch Übereinanderlagerung der Bürstenströme J_{B_1} und J_{B_9}. Im Punkt B, der gegen A um 180° am Umfang verschoben ist, entsteht der Leiterstrom durch Übereinanderlagerung der Ströme J_{B_5} und J_{B_6}. Nun hat aber, J_{B_9} gegen J_{B_5} 160° Phasenverschiebung und ebenso J_{B_1} gegen J_{B_6}. Folglich werden auch die Resultierenden $J_{B_9} \mathbin{\widehat{+}} J_{B_1}$ und $J_{B_5} \mathbin{\widehat{+}} J_{B_6}$ gegeneinander 160° Phasenverschiebung haben. In der Abb. 4 stellt der Kreis K_1 die Oberschicht und K_2 die Unterschicht der Wicklung dar. Legen wir nun die Stromrichtung derartig fest, daß wir einen Strom, der die Zeichenebene von vorn nach hinten durchdringt, positiv nennen, so wird der in B fließende Leiterstrom den zur selben Windung gehörenden Leiter C im umgekehrten Sinne durchfließen.

Haben wir Durchmesserwicklung, so wird C gerade unter A liegen, und der Strom in C wird gegen den Strom in A $180-160^0 = 20^0$ Phasenverschiebung haben. Betrachten wir nun die um 180° am Umfange versetzten Punkte D und E. In D fließt der Leiterstrom $J_{B_1} \mathbin{\widehat{+}} J_{B_9}$ und in E der Leiterstrom $J_{B_5} \mathbin{\widehat{+}} J_{B_6}$. Diese beiden Leiterströme haben gegeneinander 180° Phasenverschiebung, und die Ströme in D und J sind daher phasengleich.

Die an dem 9-phasigen Rotor gefundenen Ergebnisse wollen wir nun für den Fall von

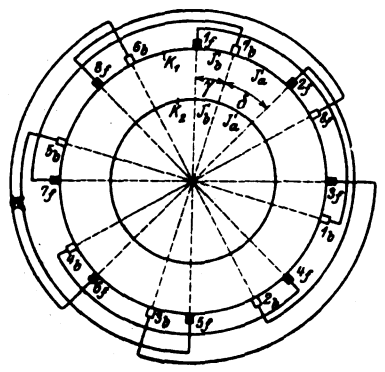


Abb. 5.

q_2-Phasen verallgemeinern. Zu diesem Zweck wollen wir folgende Bezeichnungen einführen:

Ein Leiterstrom, der aus der Übereinanderlagerung von m Bürstenströmen resultiert, soll im Anschluß an Abb. 3 J_b' heißen, ein solcher, der aus $m-1$ Bürstenströmen resultiert, heiße J_a'. Fließt der Strom in der Oberschicht, so soll der Index o hinzugefügt werden, und fließt er in der Unterschicht, der Index u.

Die genaue Überlegung führt dann zu dem

Satz II.

Die übereinanderliegenden Leiter einer mehrphasigen Rotorwicklung mit Durchmesserschritt führen entweder beide den Strom J_a' oder beide den Strom J_b', oder der eine führt den Strom J_a' und der andere den Strom J_b', und es sind folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Ist q_2 gerade, so kommen nur die Kombinationen $J_{a\,o}' - J_{a\,u}'$ und $J_{b\,o}' - J_{b\,u}'$ vor. Die Ströme J_o' und J_u' sind stets phasengleich.
2. Ist q_2 ungerade, so sind vier weitere Fälle zu unterscheiden

a) $\beta - \beta_a < \beta_b - \beta$ (Abb. 3 und 4):
Mögliche Kombinationen:

$$\left.\begin{matrix} J_{b\,o}' - J_{a\,u}' \\ J_{a\,o}' - J_{b\,u}' \end{matrix}\right\} \text{phasengleich},$$

$J_{a\,o}' - J_{a\,u}'$ — Phasenverschieb. $\frac{180^0}{q_2}$;

b) $\beta - \beta_a > \beta_b - \beta$:
Mögliche Kombinationen:

$$\left.\begin{matrix} J_{b\,o}' - J_{a\,u}' \\ J_{a\,o}' - J_{b\,u}' \end{matrix}\right\} \text{phasengleich},$$

$J_{b\,o}' - J_{b\,u}'$ — Phasenverschieb. $\frac{180^0}{q_2}$;

c) $\beta - \beta_a = \beta_b - \beta$:
Mögliche Kombinationen:

$$\left.\begin{matrix} J_{b\,o}' - J_{a\,u}' \\ J_{a\,o}' - J_{b\,u}' \end{matrix}\right\} \text{phasengleich};$$

d) $\beta = \beta_b$:

$J_o' = J_u' = J'$,

Phasenverschieb. zwischen J_o' und $J_u' = \frac{180^0}{q_2}$

Denken wir uns nun die zwei übereinanderliegenden Leiter zu einem einzigen vereinigt, der den resultierenden Strom aus den Strömen J_o' und J_u' führt, so erhalten wir eine einschichtige Ersatzwicklung mit $N/2$ Leitern, die in ihrer Wirkung mit der tatsächlichen Wicklung identisch ist. In Abb. 4 ist diese Ersatzwicklung durch den äußeren Kreis K_3 dargestellt. Die eingeschriebenen Zahlen bedeuten die Bürstenströme, aus denen sich die Leiterströme in den betreffenden Abschnitten zusammensetzen, wobei der Einfachheit halber nur die Indexe eingeschrieben wurden mit den Vorzeichen, welche angeben, ob die Bürstenströme mit ihrer positiven oder negativen Richtung einzusetzen sind. Die resultierenden

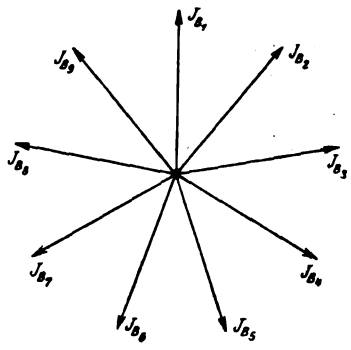


Abb. 6a.

Ströme in den einzelnen Wicklungsabschnitten der Ersatzwicklung sind mit J_{ers_1}', J_{ers_2}', J_{ers_3}' usw. bezeichnet. Abb. 5 gibt ein Beispiel für geradzahliges q_2.

In Abb. 6b ist die Zusammensetzung der Bürstenströme zu den Strömen J_{ers}' ausgeführt, u. zw. nach folgendem Schema, dessen

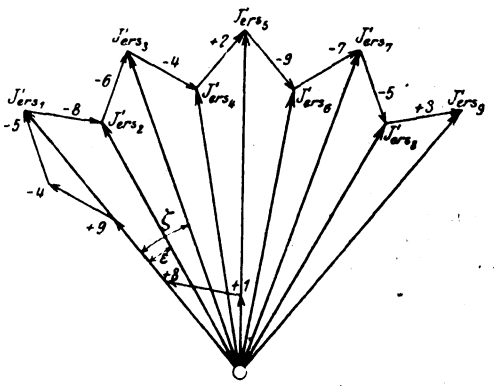


Abb. 6b.

Richtigkeit aus dem Vergleich mit den in Abb. 4 eingeschriebenen Zahlen ohne weiteres erhellt:

$$J_{ers_1}' = J_{B_1} \mathbin{\widehat{+}} J_{B_8} \mathbin{\widehat{+}} J_{B_9} \mathbin{\widehat{-}} J_{B_4} \mathbin{\widehat{-}} J_{B_5},$$
$$J_{ers_2}' = J_{ers_1}' \mathbin{\widehat{-}} J_{B_8},$$
$$J_{ers_3}' = J_{ers_2}' \mathbin{\widehat{-}} J_{B_1},$$
$$J_{ers_4}' = J_{ers_3}' \mathbin{\widehat{-}} J_{B_2},$$
$$J_{ers_5}' = J_{ers_4}' \mathbin{\widehat{-}} J_{B_7}$$
usw.

Wie man sieht, hat jeder Strom gegen den Strom in der Nachbarschicht eine Phasenverschiebung von 10°, und es wechseln immer Ströme miteinander ab, die aus $2m-2$ und $2m-1$ Komponenten gleicher Größe bestehen. Allgemein ist die Phasenverschiebung zwischen den Strömen benachbarter Abschnitte,

$$\varepsilon = \frac{360}{s \cdot q_2}, \quad \ldots \quad (13$$

wobei s die Zahl der Abschnitte innerhalb des Winkels $\frac{360}{q_2}$ ist.

Für die Größe von s gelten folgende Regeln:

1. q_2 — gerade:
   a) $\beta - \beta_a < \beta_b - \beta$, $s = 2$
   b) $\beta - \beta_a > \beta_b - \beta$, $s = 2$
   c) $\beta - \beta_a = \beta_b - \beta$, $s = 2$
   d) $\beta = \beta_b$, $s = 1$;
2. q_2 — ungerade:
   a) $\beta - \beta_a < \beta_b - \beta$, $s = 4$
   b) $\beta - \beta_a > \beta_b - \beta$, $s = 4$
   c) $\beta - \beta_a = \beta_b - \beta$, $s = 2$
   d) $\beta = \beta_b$ $s = 2$. (14

Digitized by Google

Den Winkel zwischen den Strömen gleich großer Abschnitte wollen wir ζ nennen (Abb. 6b), und es ist

$$\left.\begin{array}{lll} \text{a)}\ \zeta = 2\varepsilon & \text{wenn} & \beta - \beta_a < \beta_b - \beta \\ \text{b)}\ \zeta = 2\varepsilon & \text{„} & \beta - \beta_a > \beta_b - \beta \\ \text{c)}\ \zeta = \varepsilon & \text{„} & \beta - \beta_a = \beta_b - \beta \\ \text{d)}\ \zeta = \varepsilon & \text{„} & \beta = \beta_b\,. \end{array}\right\} \quad (15$$

Wie man sieht, kann s entweder 1, 2 oder 4 sein. Ist $s = 4$, so sind je 2 der 4 Abschnitte einander gleich. Wir wollen die 2 verschieden großen Abschnitte mit γ und δ bezeichnen, und sie folgendermaßen definieren:

1. q_2 — gerade:

$$\left.\begin{array}{l} \gamma = \beta - \beta_a \\ \delta = \beta_b - \beta \end{array}\right\}$$

2. q_2 — ungerade:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{a)}\ \gamma = \beta - \beta_a & & \\ \delta = \dfrac{180}{q_2}(\beta - \beta_a) & \text{wenn} & \beta - \beta_a < \beta_b - \beta, \\ \text{b)}\ \gamma = \beta_b - \beta & & \\ \delta = \dfrac{180}{q_2}(\beta_b - \beta) & \text{wenn} & \beta - \beta_a > \beta_b - \beta, \\ \text{c)}\ \gamma = \dfrac{180}{q_2} & \text{wenn} & \beta - \beta_a = \beta_b - \beta, \\ \delta = 0 & & \\ \text{d)}\ \gamma = \dfrac{180}{q_2} & \text{wenn} & \beta = \beta_b\,. \\ \delta = 0 & & \end{array}\right\} \quad (16$$

Die in den Abschnitten γ fließenden Ersatzströme sind einander gleich und sollen mit $J_{ers\,\gamma}'$ bezeichnet werden. Ebenso sind die in den Abschnitten δ fließenden Ströme $J_{ers\,\delta}'$ einander gleich. Beachtet man nun die Ergebnisse des Satzes II und die Formeln (8) und (14), so erhält man für die Ströme $J_{ers\,\gamma}'$ und $J_{ers\,\delta}'$ die Formeln (17), wobei wieder verschiedene Fälle zu unterscheiden sind:

1. q_2 — gerade:

$$\left.\begin{array}{l} J_{ers\,\gamma}' = 2 \cdot J_b' = 2 \cdot J_B \cdot \dfrac{\sin \dfrac{\beta_b}{2}}{\sin \dfrac{180}{q_2}}\,, \\ J_{ers\,\delta}' = 2 \cdot J_a' = 2 \cdot J_B \cdot \dfrac{\sin \dfrac{\beta_a}{2}}{\sin \dfrac{180}{q_2}}\,. \end{array}\right.$$

2. q_2 — ungerade:

a) $\beta - \beta_a < \beta_b - \beta$:

$$J_{ers\,\gamma}' = J_a' + J_b' = \frac{J_B}{\sin \dfrac{180}{q_2}}\left(\sin \frac{\beta_a}{2} + \sin \frac{\beta_b}{2}\right)$$

$$J_{ers\,\delta}' = 2 \cdot J_a' \cdot \cos \frac{90}{q_2} = J_B \cdot \frac{\sin \dfrac{\beta_a}{2}}{\sin \dfrac{90}{q_2}}\,;$$

b) $\beta - \beta_a > \beta_b - \beta$:

$$J_{ers\,\gamma}' = J_a' + J_b' = \frac{J_B}{\sin \dfrac{180}{q_2}}\left(\sin \frac{\beta_a}{2} + \sin \frac{\beta_b}{2}\right)$$

$$J_{ers\,\delta}' = 2 \cdot J_b' \cdot \cos \frac{90}{q_2} = J_B \cdot \frac{\sin \dfrac{\beta_b}{2}}{\sin \dfrac{90}{q_2}}\,;$$

c) $\beta - \beta_a = \beta_b - \beta$:

$$J_{ers\,\gamma}' = J_a' + J_b' = \frac{J_B}{\sin \dfrac{180}{q_2}}\left(\sin \frac{\beta_a}{2} + \sin \frac{\beta_b}{2}\right)$$

$J_{ers\,\delta}' = 0$;

d) $\beta = \beta_b$:

$$J_{ers\,\gamma}' = 2 \cdot J_b' \cdot \cos \frac{90}{q_2} = J_B \cdot \frac{\sin \dfrac{\beta}{2}}{\sin \dfrac{90}{q_2}}\,;$$

$J_{ers\,\delta}' = 0$. (17

Wir kennen nunmehr die Stromstärken in den einzelnen Wicklungsabschnitten und wissen, daß die Ströme aufeinander folgender Abschnitte $\frac{360^0}{s \cdot q_2}$ Phasenverschiebung gegeneinander haben. Setzen wir die Ströme sämtlicher Abschnitte, die zwischen den Bürsten einer Phase liegen, zusammen, so erhalten wir eine Resultierende, die mit dem Bürstenstrom der betreffenden Phase gleichgerichtet ist (Abb. 7). Der Grund für diese Phasengleichheit erhellt aus der Betrachtung der Abb. 6b. Wir hatten in Abb. 6b die Zusammensetzung der Vektoren J_{ers}' für sämtliche Abschnitte, die zwischen der festen und beweglichen Bürste der Phase 1 liegen, vorgenommen. Die Richtung des Stromes J_{B_1} ist in Abb. 6a senkrecht nach oben angenommen, und in Abb. 6b gruppieren sich die Vektoren der Ströme J_{ers}' symmetrisch um den Vektor des Stromes J_{ers_5}', der ebenfalls senkrecht nach oben gerichtet ist. Die Resultierende aus den Strömen J_{ers_1}' bis J_{ers_9}' wird also dieselbe Richtung wie J_{ers_5}' oder J_{B_1} haben müssen. Es wäre nun noch zu beweisen, daß diese symmetrische Gruppierung um einen mit J_{B_1} phasengleichen Vektor, wie sie die Abb. 6b zeigt, keine zufällige, sondern eine notwendige ist, und dies folgt wieder daraus, daß sich die Bürstenströme symmetrisch um den Vektor des Stromes J_{B_1} gruppieren.

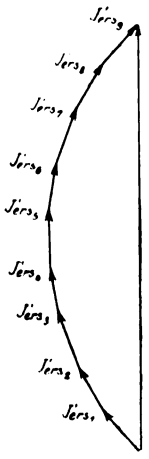


Abb. 7.

$$J_{ers_1}' \text{ ist} = J_{B_8} \widehat{+} J_{B_9} \widehat{+} J_{B_1} \widehat{-} J_{B_4} \widehat{-} J_{B_5}$$

und

$$J_{ers_9}' \text{ ist} = J_{B_1} \widehat{+} J_{B_2} \widehat{+} J_{B_3} \widehat{-} J_{B_6} \widehat{-} J_{B_7}\,.$$

Nun liegen aber paarweise J_{B_9} und J_{B_2}, J_{B_8} und J_{B_3}, J_{B_7} und J_{B_4}, J_{B_6} und J_{B_5} symmetrisch zu J_{B_1}, folglich werden die Resultierenden J_{ers_1}' und J_{ers_9}' ebenfalls symmetrisch zu J_{B_1} liegen. Dasselbe läßt sich für J_{ers_2}' und J_{ers_8}', J_{ers_3}' und J_{ers_7}' usw. beweisen, und somit ist die Notwendigkeit einer derartigen Gruppierung erwiesen. Da die Phase 1 jeder anderen Phase natürlich vollkommen gleichwertig ist, so gilt dies auch für jede andere Phase.

Jeder der Abschnitte, die zwischen den Bürsten einer Phase liegen, wird einen Beitrag zur Rotor-Streu-EMK dieser Phase liefern, der proportional ist dem in den Abschnitt fließenden Strom und seiner Leiterzahl.

Die Leiterzahlen der einschichtigen Ersatzwicklung in den Abschnitten γ und δ sind:

$$\left.\begin{array}{l} N_\gamma = \dfrac{N}{2 \cdot q_2} \cdot \dfrac{\gamma}{360} = \dfrac{N \cdot \gamma}{720} \\ N_\delta = \dfrac{N}{2 \cdot q_2} \cdot \dfrac{\delta}{360} = \dfrac{N \cdot \delta}{720} \end{array}\right\} \quad (18$$

Die Amperestäbe der Abschnitte sind also abwechselnd:

$$\left.\begin{array}{l} A\,S_\gamma = J_{ers\,\gamma}' \cdot N_\gamma \\ A\,S_\delta = J_{ers\,\delta}' \cdot N_\delta \end{array}\right\} \quad (19$$

Die Zahl der Abschnitte, die zwischen den Bürsten einer Phase liegen, ist von der Größe des Winkels β abhängig; nennen wir diese Zahl c, so ist

1. q_2 — gerade:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{a)}\ c = 2m - 1 & \text{wenn} & \beta - \beta_a < \beta_b - \beta \\ \text{b)}\ c = 2m - 1 & \text{„} & \beta - \beta_a > \beta_b - \beta \\ \text{c)}\ c = 2m - 1 & \text{„} & \beta - \beta_a = \beta_b - \beta \\ \text{d)}\ c = m & \text{„} & \beta - \beta_b \end{array}\right.$$

2. q_2 — ungerade:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{a)}\ c = s\,m - 3 & \text{wenn} & \beta - \beta_a < \beta_b - \beta \\ \text{b)}\ c = s\,m - 1 & \text{„} & \beta - \beta_a > \beta_b - \beta \\ \text{c)}\ c = s\,m - 1 & \text{„} & \beta - \beta_a = \beta_b - \beta \\ \text{d)}\ c = s\,m & \text{„} & \beta - \beta_b \end{array}\right\} \quad (20$$

wobei für s die Formeln (14) gelten.

Nennen wir die Zahl der Abschnitte $\gamma = c_\gamma$ und die Zahl der Abschnitte $\delta = c_\delta$, so ist:

1. q_2 — gerade:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{a)}\ c_\gamma = \dfrac{c+1}{2} & & \\ c_\delta = \dfrac{c-1}{2} & \text{wenn} & \beta - \beta_a \lessgtr \beta_b - \beta \\ \text{b)}\ c_\gamma = c = m & & \\ c_\delta = 0 & \text{wenn} & \beta = \beta_b \end{array}\right.$$

2. q_2 = ungerade:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{a)}\ c_\gamma = \dfrac{c+1}{2} & & \\ c_\delta = \dfrac{c-1}{2} & \text{wenn} & \beta - \beta_a < \beta_b - \beta \\ \text{b)}\ c_\gamma = \dfrac{c-1}{2} & & \\ c_\delta = \dfrac{c+1}{2} & \text{„} & \beta - \beta_a > \beta_b - \beta \\ \text{c)}\ c_\gamma = c & & \\ c_\delta = 0 & \text{„} & \beta - \beta_a = \beta_b - \beta \\ \text{d)}\ c_\gamma = c & & \\ c_\delta = 0 & \text{„} & \beta = \beta_b\,. \end{array}\right.$$ (21

Setzen wir die Größen AS_γ zu einer Resultierenden $AS_{res\,\gamma}$ zusammen, indem wir ihnen die Richtung der Ströme $J_{ers\,\gamma}'$ geben und ebenso die Größen AS_δ zu einer Resultierenden $AS_{res\,\delta}$, so erhalten wir zwei ähnliche Diagramme wie das der Abb. 7. Beide Resultierenden werden die Richtung der Resultierenden in Abb. 7 haben, und es ist:

$$\left.\begin{array}{l} A\,S_{res\,\gamma} = A\,S_\gamma \cdot \dfrac{\sin\left(c_\gamma \cdot \dfrac{\zeta}{2}\right)}{\sin \dfrac{\zeta}{2}} \\ A\,S_{res\,\delta} = A\,S_\delta \cdot \dfrac{\sin\left(c_\delta \cdot \dfrac{\zeta}{2}\right)}{\sin \dfrac{\zeta}{2}} \end{array}\right\} \quad (22$$

Die gesamten resultierenden Amperestäbe zwischen den Bürsten einer Phase sind dann:

$$A\,S_{res} = A\,S_{res\,\gamma} + A\,S_{res\,\delta}\,, \quad (23$$

und sie haben die Richtung des Bürstenstromes in der betreffenden Phase.

Die resultierende Rotor-Streu-EMK einer Phase ist AS_{res} proportional, und sie eilt dem Bürstenstrom der Phase um 90° nach.

Für größere Phasenzahlen, also z. B. von $q_2 = 9$ an, können wir die resultierenden Amperestäbe noch auf eine einfachere Weise finden. Wir hatten in Formel (12) für den mittleren Strom, der alle Leiter durchfließt, den Wert

$$J_m' = \frac{J_B \cdot \sin \dfrac{\beta}{2}}{\sin \dfrac{180}{q_2}}$$

gefunden. Dieser mittlere Strom in einem Leiter der Unterschicht hat gegen den Strom in der Oberschicht $\frac{180^0}{q_2}$ Phasenverschiebung, wenn q_2 ungerade ist, und 0° Phasenverschiebung, wenn q_2 gerade ist. Der mittlere Ersatzstrom in der einschichtigen Ersatzwicklung ist daher:

$$\left.\begin{array}{l} \text{a)}\ J_{ers\,m}' = \dfrac{2 \cdot J_B}{\sin \dfrac{180}{q_2}} \cdot \sin \dfrac{\beta}{2} \cdot \cos \dfrac{90}{q_2} \\ \qquad = \dfrac{J_B \cdot \sin \dfrac{\beta}{2}}{\sin \dfrac{90}{q_2}} \quad \text{für ungerades } q_2, \\ \text{b)}\ J_{ers\,m}' = \dfrac{2 \cdot J_B}{\sin \dfrac{180}{q_2}} \cdot \sin \dfrac{\beta}{2} \\ \qquad \text{für gerades } q_2. \end{array}\right\} \quad (24$$

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

Formel Nr.		6	7		8		11	12	13	14	15	16		17		18		19		21		22		23	25	
η_2	β	m	β_a	β_b	J_a'	J_b'	J_m'	J_m'	s	s	ζ	γ	δ	$J_{ers\,\gamma}'$	$J_{ers\,\delta}'$	N_γ	N_δ	$A\,S_\gamma$	$A\,S_\delta$	c_γ	c_δ	$A\,S_{res\,\gamma}$	$A\,S_{res\,\delta}$	$A\,S_{res}$	$A\,S_{res}$	$\Delta\,\%$
3	60	1	0	120	0	J_B	$\frac{J_B}{2}$	$1{,}15\,\frac{J_B}{2}$	60	2	60	60	0	J_B	0	$\frac{N}{12}$	0	$J_B\frac{N}{12}$	0	1	0	$J_B\frac{N}{12}$	0	$\frac{J_B N}{12}$	$\frac{J_B N}{12}$	0
	120	1	0	120	0	J_B	J_B	J_B	60	2	60	60	0	$2\,J_B \times \sin 60^0$	0	$\frac{N}{12}$	0	$\frac{J_B N}{6}\times\sin 60^0$	0	2	0	$\frac{J_B N}{4}$	0	$\frac{J_B N}{4}$	$\frac{J_B N}{4}$	0
	130	2	120	240	J_B	J_B	J_B	$1{,}045 \times J_B$	30	4	60	10	50	$2\,J_B$	$2\,J_B \times \sin 60^0$	$\frac{N}{72}$	$\frac{N}{144}$	$\frac{J_B N}{36}$	$\frac{J_B . N}{8{,}3}$	3	2	$\frac{J_B N}{18}$	$\frac{J_B N}{4{,}8}$	$0{,}264 J_B N$	$0{,}276 J_B N$	4,5
	180	2	120	240	J_B	J_B	J_B	$1{,}15\,J_B$	60	2	60	60	0	$2\,J_B$	0	$\frac{N}{12}$	0	$\frac{J_B N}{6}$	0	3	0	$\frac{J_B N}{3}$	0	$\frac{J_B N}{3}$	$\frac{J_B N}{3}$	0
9	40	1	0	40	0	J_B	J_B	J_B	20	2	20	20	0	$1{,}97\,J_B$	0	$\frac{N}{36}$	0	$0{,}055 \times J_B N$	0	2	0	$0{,}11\,J_B N$	0	$0{,}11\,J_B N$	$0{,}11\,J_B N$	0
	60	2	40	80	J_B	$1{,}88 J_B$	$1{,}44 J_B$	$1{,}46 J_B$	20	2	20	20	0	$2{,}88\,J_B$	0	$\frac{N}{36}$	0	$0{,}087 \times J_B N$	0	3	0	$0{,}23\,J_B N$	0	$0{,}23\,J_B N$	$0{,}23\,J_B N$	0
	80	2	40	80	J_B	$1{,}88 J_B$	$1{,}88 J_B$	$1{,}88 J_B$	20	2	20	20	0	$3{,}68\,J_B$	0	$\frac{N}{36}$	0	$0{,}102 \times J_B N$	0	4	0	$0{,}38\,J_B N$	0	$0{,}38\,J_B N$	$0{,}38\,J_B N$	0
	90	3	80	120	$1{,}88 J_B$	$2{,}53 J_B$	$2{,}05 J_B$	$2{,}07 J_B$	10	4	20	10	10	$4{,}41\,J_B$	$3{,}68\,J_B$	$\frac{N}{72}$	$\frac{N}{72}$	$0{,}061 \times J_B N$	$0{,}051\ J_B N$	5	4	$0{,}27\,J_B N$	$0{,}19\,J_B N$	$0{,}46\,J_B N$	$0{,}463 J_B N$	1
	100	3	80	120	$1{,}28 J_B$	$2{,}53 J_B$	$2{,}21 J_B$	$2{,}23 J_B$	20	2	20	20	0	$4{,}39\,J_B$	0	$\frac{N}{36}$	0	$0{,}122 \times J_B N$	0	5	0	$0{,}54\,J_B N$	0	$0{,}54\,J_B N$	$0{,}54\,J_B N$	0
	110	3	80	120	$1{,}88 J_B$	$2{,}53 J_B$	$2{,}36 J_B$	$2{,}39 J_B$	10	4	20	10	10	$4{,}41\,J_B$	$4{,}98\,J_B$	$\frac{N}{72}$	$\frac{N}{72}$	$0{,}061 \times J_B N$	$0{,}069\ J_B N$	5	6	$0{,}268 J_B N$	$0{,}342 J_B N$	$0{,}61\,J_B N$	$0{,}616 J_B N$	1
	180	5	160	200	$2{,}87 J_B$	$2{,}87 J_B$	$2{,}87 J_B$	$2{,}91 J_B$	20	2	20	20	0	$5{,}74\,J_B$	0	$\frac{N}{36}$	0	$0{,}16 \times J_B N$	0	9	0	$0{,}918 J_B N$	0	$0{,}92\,J_B N$	$0{,}92\,J_B N$	0

Zahlentafel 2.

Formel Nr.		14	15	16		17		20	21		23	25
η_2	$\beta-\beta_a$	s	ζ	γ	δ	$J_{ers\,\gamma}'$	$J_{ers\,\delta}'$	c	c_γ	c_δ	$J_{ers\,m}'$	$A\,S_{res}$
Gerade	$< \beta_b-\beta$	2	$2s$	$\beta-\beta_a$	$\beta_b-\beta$	$2\,J_b'$	$2\,J_a'$	$2m-1$	m	$m-1$		
	$> \beta_b-\beta$	2	$2s$	$\beta-\beta_a$	$\beta_b-\beta$	$2\,J_b'$	$2\,J_a'$	$2m-1$	m	$m-1$	$2\,J_B \frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{180}{q_2}}$	$\frac{J_B N}{q_2}\left(\frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{180}{q_2}}\right)^2$
	$= \beta_b-\beta$	2	s	$\frac{180}{q_2}$	$\frac{180}{q_2}$	$2\,J_b'$	$2\,J_a'$	$2m-1$	m	$m-1$		
	$= \frac{360}{q_2}$	1	s	$\frac{360}{q_2}$	0	$2\,J_b'$	0	m	m	0		
Ungerade	$< \beta_b-\beta$	4	$2s$	$\beta-\beta_a$	$\frac{180}{q_2}-(\beta-\beta_a)$	$J_a'+J_b'$	$2\,J_a'\cos\frac{90}{q_2}$	$4m-3$	$2m-1$	$2m-1$		
	$> \beta_b-\beta$	4	$2s$	$\beta_b-\beta$	$\frac{180}{q_2}-(\beta_b-\beta)$	$J_a'+J_b'$	$2\,J'\cos\frac{90}{q_2}$	$4m-1$	$2m-1$	$2m$	$2\,J_B \frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{90}{q_2}}$	$\frac{J_B N}{4 q_2}\left(\frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{90}{q_2}}\right)^2$
	$= \beta_b-\beta$	2	s	$\frac{180}{q_2}$	0	$J_a'+J_b'$	0	$2m-1$	$2m-1$	0		
	$= \frac{360}{q_2}$	2	s	$\frac{180}{q_2}$	0	$2\,J_b'\cos\frac{90}{q_2}$	0	$2m$	$2m$	0		

Die Leiterzahl der einschichtigen Ersatzwicklung innerhalb des Bereiches zwischen zwei festen Bürsten ist $= \frac{N}{2 . q_2}$. Zwischen zwei festen Bürsten liegen also $J_{ers_m}' . \frac{N}{2 . q_2}$ Amperestäbe.

Für die resultierenden Amperestäbe zwischen den Bürsten einer Phase können wir dann den Annäherungswert setzen:

$$\text{a)}\quad A\,S_{res} = \frac{J_B . N}{4 . q_2}\left(\frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{90}{q_2}}\right)^2 \quad \text{für ungerades } q_2$$

$$\text{b)}\quad A\,S_{res} = \frac{J_B . N}{q_2}\left(\frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{180}{q_2}}\right)^2 \quad \text{für gerades } q_2 . \qquad (25)$$

In Zahlentafel 1, die mehrere Berechnungsbeispiele enthält, ist in der letzten Spalte die Abweichung zwischen den nach Formel (23) und (25) berechneten Werten von AS_{res} in Prozenten angegeben. Wie man sieht, ist diese Abweichung sowohl bei $q_2 = 3$, als auch bei $q_2 = 9$ sehr klein. In den Fällen, wo $\frac{\beta}{\frac{180}{q_2}}$ eine ganze Zahl ist, ist die Abweichung natürlich null, denn es fließt dann in allen Leitern derselbe Strom, der mittlere Strom J_m' muß sich daher sowohl nach Formel (11) als auch nach Formel (12) gleich dem wirklich vorhandenen Strom J' ergeben.

Es sei noch bemerkt, daß die bisherigen Ausführungen für einen zweipoligen Motor galten, und daß N die Leiterzahl desselben bedeutete. Haben wir einen Motor mit $2p$-Polen und $2a$-parallelen Zweigen im Rotor, und liegen ϱ Bürsten pro Phase auf dem Kollektor auf, so wird, wenn Z die gesamte Leiterzahl des Rotors ist:

$$A\,S_{res} = \frac{Z}{\varrho} \cdot \frac{J_B}{4 . q_2}\left(\frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{90}{q_2}}\right)^2 \quad \text{für ungerades } q_2 . \qquad (26)$$

Zahlentafel 2 enthält eine Zusammenstellung derjenigen Werte, für die sich nach dem bisher Gesagten mehrere verschiedene Ausdrücke ergeben.

Vorschläge der Handelskammer Berlin zur Neuordnung des Schiedsgerichtswesens.[1])

Die Handelskammer Berlin hat unter dem 18. II. 1918 dem Herrn Staatssekreätr des Reichsjustizamts eine von dem Privatdozenten Dr. A. Nußbaum verfaßte Denkschrift[2]) mit der Bitte überreicht, die in ihr vorgeschlagene gesetzliche Neuordnung des Schiedsgerichtswesens zu prüfen und sie im Falle der Billigung der gesetzgeberischen Verwirklichung entgegeen zuführen.

Daß die im 10. Buch der Z.P.O. niedergelegten Bestimmungen über das schiedsrichterliche Verfahren nach manchen Richtungen verbesserungsbedürftig sind, ist wohl von allen anerkannt worden, die sich mit ihnen theoretisch oder praktisch zu beschäftigen Anlaß hatten. Insbesondere hat Abhängigkeit der Rechtswirksamkeit eines Schiedsspruchs von der peinlichen Beobachtung von Förmlichkeiten vielfach Anlaß zu Bedenken gegeben, weil sie der mit der Entscheidung unzufriedenen Partei eine Fülle von Möglichkeiten bietet, das Zustandekommen eines gültigen Schiedsspruchs zu verhindern oder den Spruch erfolgreich anzufechten.

Es ist unstreitig ein Verdienst der Handelskammer und des Dr. Nußbaum, sich nicht mit dem Hinweis auf Mängel des bestehenden Gesetzes begnügt, sondern positive Änderungsvorschläge gemacht zu haben.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1913, S. 1086; 1914, S. 271.
[2]) Als Buch erschienen im Verlage von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 3 M.

Digitized by Google

Wenn auch im einzelnen und insbesondere hinsichtlich der Begründung auf die Denkschrift selbst verwiesen werden muß, so wird doch eine kurze Besprechung der vorgeschlagenen Änderungen von Interesse für den Techniker sein, wobei eine Beschränkung auf die wesentlichsten Punkte zulässig sein dürfte.

Der § 1032 Z.P.O. behandelt die Ablehnungsmöglichkeit eines Schiedsrichters, läßt aber die Frage offen, wer über den Ablehnungsantrag einer Partei zu entscheiden habe. Nußbaum will im Interesse einer geordneten Rechtspflege diese Entscheidung nur in der Hand des ordentlichen Richters wissen. Diese Forderung widerspricht eigentlich dem Gedanken, durch die Schiedsgerichte eine Entlastung der ordentlichen Gerichte zu erzielen, auch mögen oft genug Fachgenossen ein richtigeres Urteil über die Stichhaltigkeit gewisser Ablehnungsgründe haben. Es scheint mir kein zwingender Grund vorzuliegen, das bisherige Verfügungsrecht der Parteien zu beschränken. Mangels anderweiter Parteivereinbarung ist auch nach dem geltenden Recht das zuständige Gericht anzurufen.

Daß bisher Frauen abgelehnt werden können, will Nußbaum streichen. Die Streichung entspricht den Anschauungen der Gegenwart, bei denen indessen der unberechenbare Einfluß der Geschlechter aufeinander wohl oft unterschätzt wird.

Den in § 1033 aufgezählten Fällen, in denen ein Schiedsvertrag außer Kraft tritt, fügt Nußbaum noch den Fall hinzu, daß das Schiedsgericht die Entscheidung ablehnt. Es ist dabei an die Möglichkeit gedacht, daß die Schiedsrichter im Laufe des Verfahrens zu der Überzeugung gelangen, daß die übernommene Aufgabe ihre Kräfte übersteigt, und es wäre durchaus zu begrüßen, wenn ihnen eine Ergänzung des Gesetzes einen Weg eröffnete, unbeschadet der von ihnen übernommenen Verpflichtungen die gewonnene Überzeugung in eine mit ihrem Gewissen und dem Interesse der Parteien in Einklang stehende Tat umzusetzen.

In der zu § 1036 vorgeschlagenen Änderung ist die Bestimmung weggelassen, auf wessen Antrag die richterliche Handlung von dem zuständigen Gericht vorgenommen werden soll. Die Weglassung dürfte nur auf einem Versehen beruhen.

Zu begrüßen ist die Forderung, daß das Schiedsgericht von dem Beweistermin benachrichtigt werden soll. Vielleicht empfiehlt es sich, ausdrücklich hinzuzufügen „vom Gericht“ bisher war das Schiedsgericht auf eine Nachricht seitens der Antrag stellenden Partei angewiesen.

Erfolgt nicht bloß die Beeidigung eines Zeugen oder Sachverständigen, sondern ihre Vernehmung durch den ordentlichen Richter, so ist es richtig, daß das Schiedsgericht, wie Nußbaum fordert, bei der Vernehmung vertreten sein und Fragen stellen darf. Die Beschränkung dieser Erlaubnis auf nur ein Mitglied des Schiedsgerichts scheint indessen unnötig, man wird die Zahl der Vertreter besser dem Schiedsgericht überlassen, weil sich die Vernehmung auf eine Mehrheit von Fragen erstrecken kann, die in die besondere Sachkunde verschiedener Schiedsrichter eingreifen.

Eine nicht minder dankenswerte Ergänzung bringt die Denkschrift zum § 1037, der die Schiedsrichter zur Fortsetzung des Verfahrens und zum Erlaß eines Schiedsspruchs auch gegen den Willen einer Partei ermächtigt. Hier will Nußbaum auch den Beginn des Verfahrens gegen den Widerspruch einer Partei den Schiedsrichtern zugestehen. Wenn Nußbaum dabei den Erlaß des Schiedsspruchs als selbstverständlich unerwähnt lassen will, so möchte ich die Beibehaltung empfehlen, weil aus der Streichung leicht eine dem Gesetzgeber fernliegende Absicht gefolgert werden könnte.

Durchgreifend ist die Änderung, die der verhängnisvolle § 1039 erfährt, der trotz seiner Kürze eine Fülle von Klippen birgt, an der die Rechtskraft schon so mancher Schiedssprüche gescheitert ist. Der Entwurf verzichtet auf die Angabe des Tages der Abfassung, der bislang strittig war, er ermächtigt das Gericht, die Unterschrift eines sie grundlos verweigernden Schiedsrichters auf Antrag einer Partei zu ersetzen, und er gestattet die Zustellung des Schiedsspruchs an die Parteien auch in Abschriften, statt wie bisher nur in Ausfertigungen. Ein neuer § 1039 a berechtigt die Parteien, die Hinterlegung des Schiedsspruchs bei einem Notar zu vereinbaren. Das alles sind wesentliche und wichtige Erleichterungen für die Schiedsgerichte, die zugleich die Sicherheit für die Gültigkeit der Schiedssprüche erhöhen.

Der § 1040 des Entwurfs, der die bisherigen §§ 1040 und 1041 vereinigt, setzt jenen Gedankengang folgerichtig fort, indem er dem Schiedsspruch bereits durch die Zustellung, und nicht erst durch die Hinterlegung, die Wirkung eines rechtskräftigen gerichtlichen Urteils verleiht.

Die §§ 1042 und 1043 der Denkschrift betreffen die Vollstreckung des Schiedsspruchs. Hier werden durch die Vorschläge die Grundlagen des geltenden Rechts berührt, denn die Vollstreckungs- und Aufhebungsklagen sollen beseitigt und durch vollständig anders geartete Rechtsbehelfe ersetzt werden.

Auf Einzelheiten einzugehen, muß ich mir versagen, es genüge hervorzuheben, daß der Entwurf auf eine wesentliche Vereinfachung und Abkürzung des bisherigen Verfahrens abzielt, die Gerichte entlasten und die obsiegende Partei schneller und sicherer in den Genuß ihres Rechts bringen will, ein Ziel, das sich wohl des ungeteilten Beifalls erfreuen dürfte.

Analoge Vereinfachungen schafft der § 1044 des Entwurfs für die Kostenfestsetzung und ihre Vollstreckbarkeitserklärung sowie ein neuer § 1044 a für den schiedsrichterlichen Vergleich.

Andere Änderungen dienen vorwiegend der Erhöhung der Klarheit und Übersichtlichkeit.

Dem vorstehend besprochenen ersten Abschnitt fügt der Entwurf nun einen völlig neuen zweiten Abschnitt hinzu, der die §§ 1049 bis 1060 umfaßt und amtliche Schiedsgerichte betrifft. Der § 1049 besagt in seinem ersten Absatz: „Amtliche Schiedsgerichte können durch eine Handelskammer, Landwirtschaftskammer, Handwerkskammer oder eine andere, von der Landesregierung dazu ermächtigte Körperschaft des öffentlichen Rechts errichtet werden. Dieselben Körperschaften sind innerhalb ihres Wirkungskreises befugt, Ordnungen (Satzungen) solcher Schiedsgerichte, die von anderen Körperschaften oder Verbänden errichtet sind, zu genehmigen und den Schiedsgerichten die Eigenschaft amtlicher beizulegen.“

In der Begründung wird auf die ständigen Schiedsgerichte hingewiesen, die von der Handelskammer Berlin gelegentlich der Kodifikation von Handelsgebräuchen für einzelne Geschäftszweige gebildet worden sind. Wenn sich die vorgeschlagenen, amtlichen Schiedsgerichte so wie jene auf einzelne Spezialgebiete beschränken, so werden ernstliche Bedenken gegen sie kaum zu erheben sein, und es wird mit ihrer Bildung erreicht werden, was beabsichtigt ist, nämlich weitergehende Entlastung der ordentlichen Gerichte und schnelle Abwicklung des Verfahrens bei mäßigen Kosten unter Wahrung einheitlicher Reehtsprechung.

Entschieden abzuraten aber wäre die Erweiterung amtlicher Schiedsgerichte auf allgemeinere kaufmännische oder technische Gebiete. In diesem Falle würde dem Verzicht auf die freie Richterwahl kein ausreichendes Äquivalent mehr gegenüberstehen. Ebenso würde auch jeder Zwang, zugunsten eines schiedsgerichtlichen Verfahrens auf den ordentlichen Rechtsweg zu verzichten, schwerwiegenden Bedenken begegnen müssen. Richtig ist, daß diese Bedenken sich um so mehr vermindern werden, je mehr die Schiedsgerichtsbarkeit verbessert wird. Das Verdienst der Handelskammer, diese Verbesserung anzustreben, wird demnach durch solche Bedenken in keiner Weise geschmälert.

Ein dritter Abschnitt der Denkschrift behandelt ebenfalls eine neue Materie, nämlich die ausländischen Schiedsgerichte. Hier sei auf die Denkschrift selbst verwiesen. Die Vorschläge beschränken sich darauf, die Reichsregierung in die Lage zu versetzen, dem Auslande zwecks wechselseitiger Erleichterung der Vollstreckung die notwendigen Zugeständnisse zu machen. Dr. Müllendorff.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Einrichtungen für die Lebensdauerprüfung von Glühlampen des Bureau of Standards.

[G. W. Middlekauff, B. Mulligan u. J. F. Skogland. Scientific Papers of the Bureau of Standards Nr. 265. Washington 1916.]

Nachdem bereits an anderer Stelle[1]) die Photometriereinrichtungen zur Erleichterung von Lebensdauerprüfungen beschrieben worden sind, folgt hier noch eine kurze Beschreibung der Einrichtung der Brennrahmen und der Mittel, an diesen jede gewünschte Spannung einstellen zu können.

Leitungsplan der Installation.

Die gewöhnliche Methode der Lebensdauerprüfung besteht darin, daß jede einzelne Lampe vermittelst Vorschaltwiderstandes unter die gewünschte Spannung gesetzt wird, oder daß jeweils ein ganzer Rahmen durch Vorschaltwiderstände auf die gewünschte Brennspannung gebracht wird. Die Nachteile dieser Methode sind augensichtlich, und es wurde deshalb nach einem Verfahren gesucht, das von diesen Übelständen frei ist. Wegen seiner Einfachheit, Bequemlichkeit und Anpassungsfähigkeit an die Ansprüche einer Lebensdauerprüfung wurde das von Brooks vorgeschlagene System der Autotransformatoren gewählt. Die wesentlichen Ausführungen dieser Anordnung sind inzwischen auch von anderen Laboratorien angenommen worden.

a) Leitungsführung und Einstellung der Spannung. Aus dem Leitungsplan Abb. 1 ist ersichtlich, daß von dem Stromzeuger Wechselstrom zur Verteilungs-

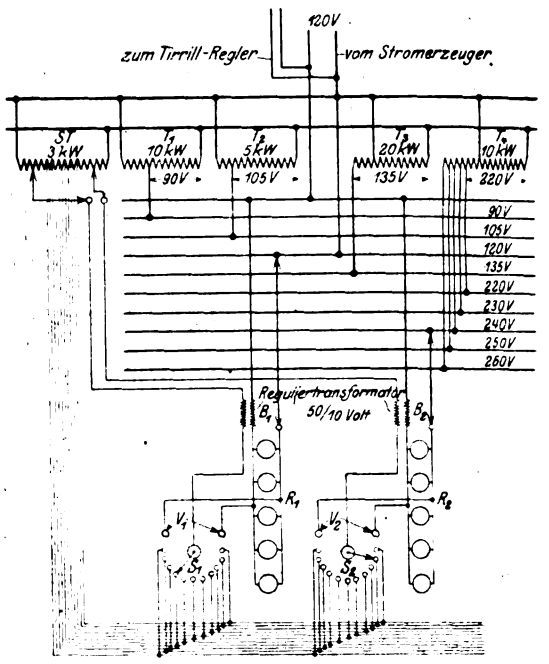


Abb. 1.

tafel geführt wird. Autotransformatoren T_1 bis T_4 liefern den Strom von der angegebenen Spannung zu den allgemeinen Leitungsschienen, die auf der Rückseite der Schalttafel angebracht sind. Eine Zuleitung jedes Rahmens endet unter Zwischenschaltung der Sekundärwicklung eines Transformators B an der gemeinsamen Schiene, die zweite ist mit einem Steckkontakte des gleichen Schaltbrettes verbunden. Um einen Rahmen R unter Spannung zu setzen, wird ein Verbindungskabel an dem Steckkontakt gestöpselt, der die der gewünschten Spannung am nächsten kommende liefert.

Der Autotransformator ST liefert Spannung von $+5$, $+10$, $+15$ bis $+50$ und die entsprechenden negativen Spannungen an Leitungsschienen, die auf der Vorderseite des Schaltbrettes angeordnet sind. Je ein Primärpol jedes Reguliertransformators B endet in einem entsprechenden Steckkontakte auf der Schalttafel. Da das Übersetzungsverhältnis jedes Reguliertransformators 5 : 1 ist, so folgt, daß positive oder negative Änderungen von 1, 2, 3 bis 10 V an den Rahmen wirksam gemacht werden können. Infolgedessen kann durch Stöpseln des primären Transformatorpoles an der geeigneten Leitungsschiene eine zweite Annäherung an die gewünschte Spannung für den Rahmen herbeigeführt werden.

Der zweite Primärpol jedes Reguliertransformators endet in der Kurbel eines entsprechenden Kurbelschalters S, der auf der linken Seite des Schaltbrettes angeordnet ist. Die Knöpfe dieses Kurbelschalters liefern eine Zusatzspannung von je 1 V innerhalb des Bereiches von 10 V, indem Leitungen von 1 V-Unterteilungen des Transformators SW an sie herangeführt werden. Wegen des Übersetzungsverhältnisses 5 : 1 in den Transformatoren entspricht jedem Volt an dem Kurbelschalter 0,2 V am Brennrahmen. Durch geeignete Einschaltung des Kurbelschalters S kann also die gewünschte Spannung bis auf 0,1 V angenähert werden.

Die Spannung jedes Rahmens wird an dem Schaltbrette unter Benutzung eines tragbaren Voltmeters eingestellt. Das Voltmeter wird hierbei an entsprechende Kontakte V angelegt, die in Verbindung mit der Mitte jedes Brennrahmens stehen. Die Spannung jedes Brennrahmens wird auf diese Weise in jedem Falle durch genaue Messung festgestellt. Jedes Paar der erwähnten Voltmeterkontakte befindet sich auf der Teilscheibe des entsprechenden Kurbelschalters. Da sich diese Schalter alle

[1]) Vgl. auch „ETZ“ 1915, S. 485.

Digitized by Google

auf demselben Schaltbrettfelde befinden, so kann jede Anzahl von Brennrahmen rasch auf die gewünschte Spannung einreguliert werden, ohne das Voltmeter transportieren zu müssen.

b) Die Spannungsregelung. Ein Tirillregler, der periodisch einen in Reihe mit dem Erregerfelde liegenden Widerstand kurzschließt, hält die Spannung in der Mitte der Hauptverteilungstafel bis auf ± ¼ % des gewünschten Wertes konstant. Diese Spannung wird mit einem genauen Registriervoltmeter im Dynamoraume aufgezeichnet.

c) Stromerzeuger und Spannungstransformatoren. Der Stromerzeuger, der den Strom für die Lebensdauerprüfungen liefert, ist eine einphasige Wechselstrommaschine von 40 kW, 125 V und 360 Umdr. Sie hat ein rotierendes Feld und ist mit der Antriebsmaschine direkt verbunden. Die Erregermaschine sitzt auf der gleichen Welle. Die Transformatoren *B* — auf der Rückwand der Schalttafel — sind für ½ kW bestimmt, sie sind Glockentransformatoren mit Luftkühlung. Die Transformatoren *ST* und T_1 bis T_4 sind Öltransformatoren von den in der Abbildung angeführten Leistungen. Die bezüglichen Leistungen von T_1 bis T_4 stehen in entsprechendem Verhältnis zu der Zahl der Lampen, die gewöhnlich bei den bezüglichen Spannungen der Transformatoren brennen.

d) Die Brennrahmen. Das Rahmenwerk des Brennrahmens besteht aus vierkantigen stählernen Endpfosten. Die mittleren, in gleichen Abständen angeordneten Zwischenpfosten haben I-förmigen Querschnitt. Die Querjoche von rechteckigem Querschnitte sind mit den senkrechten Pfosten durch schwere Winkelstücke verbunden. Der ganze Rahmen wird von gußeisernen Füßen getragen, die mit dem Zementfußboden verbolzt sind. Mit den vertikalen Pfosten verbolzt sind 6 in gleichem Abstande voneinander angeordnete, mit Asbest verkleidete Querbretter, die Porzellansockel tragen; die Sockel stehen 30,5 cm voneinander ab. Die Verbindungen zu den Sockeln sind an 5 mm starke Zuleitungen angelötet. In der Mitte zwischen jedem Paare dieser Sockel, die dazu bestimmt sind, horizontalbrennende Lampen aufzunehmen, sind Leitungsstreifen mit dem einen Pole an die 5 mm-Zuleitungen mit dem anderen an die Pole der Porzellansockel angelötet, um Lampen aufzunehmen, die in vertikaler Lage brennen sollen. Die langen Rahmen (5,18 m) haben 31 Sockel an jeder Seite, die kurzen (3,96 m) 23. An einigen der kurzen Rahmen sind Sockel für vertikal brennende Lampen in 45,7 cm Abstand angeordnet. Die an diesen Rahmen brennenden, großen Lampen werden auf diese Weise während der Brenndauer gut voneinander getrennt gehalten. Die Gesamtzahl der vertikalen Sockel beträgt 1200, die der horizontalen 1296.

Die 8 Brennrahmen stehen 1,49 m voneinander ab, so daß man sich bequem zwischen ihnen bewegen kann.

e) Messung der Zeit der Lebensdauer. Eine große Wichtigkeit in der Durchführung einer Lebensdauerprüfung kommt der genauen Bestimmung der Zeit zu, während der die Lampen gebrannt haben. Zu diesem Zwecke wird eine elektrische Uhr benutzt, die die Zeit von einer bis 1000 h bestimmt. Diese Uhr ist an den Stromkreis der Hauptuhr des Bureaus angeschlossen und wird kurzgeschlossen, wenn die Stromzuführung zu den Rahmen unterbrochen wird. Die Zeitangabe für jede Lebensdauerprüfung ist bis auf $^1/_{10}$ h genau, entsprechend der Zeit, die erforderlich ist, um die Lampe an den Rahmen zu bringen, oder sie aus ihm zu entfernen. Die Zeit des Durchbrennens während der Nacht wird von einem Wächter festgestellt, der den Brennraum alle zwei Stunden besucht; oder es wird die Annahme gemacht, daß die Lampen bis 9 Uhr morgens gebrannt haben. *lx.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Kraftübertragung Flörli-Oltesvik in Norwegen.

Die Stadt Stavanger in Norwegen hat bedeutende Wasserkräfte angekauft, um ihre zukünftige Elektrizitätsversorgung zu sichern. Die zukünftige Gesamtleistungsfähigkeit sämtlicher bis jetzt angekauften Wasserkräfte wird auf 200 000 kW geschätzt, entsprechend etwa 6 kW f. d. Einwohner. Die Stadt besitzt jetzt eine Wasserkraftanlage bei Oltedal in der Nähe von Hölefjord, außerdem ist eine Wasserkraftanlage bei Dorge in Sirdalen geplant. Die großen Schwierigkeiten insbesondere bei der Beschaffung von Baustoffen, Maschinen usw., die jetzt einen Ausbau erschweren, werden die Fertigstellung der letzterwähnten Anlage längere Zeit hinausschieben.

Unter diesen Umständen hat die Stadt Stavanger mit dem A/S Flörli Elektrosmelteverk bei Lysefjord einen Vertrag abgeschlossen, nach welchem vorläufig etwa 4000 kVA vermietet werden. Späterhin soll die Lieferung bis auf 11 000 kVA erhöht werden. Die Energie wird durch eine 26,5 km lange Fernleitung von Flörli nach Oltesvik übertragen. Sie wird für 55 000 V gebaut, soll aber vorläufig nur mit 32 000 V betrieben werden. Die Leitung führt in einer Länge von etwa 15 km durch Hochgebirge (größte Höhe über Meer 770 m); sie besteht aus einer Mastenreihe mit 3 Kupferleitungen, jede von 50 mm² Querschnitt. Späterhin ist eine zweite Mastenreihe vorgesehen. Bei Oltesvik wird die Fernleitung mit 1382 m Spannweite über den Hölefjord geführt (Abb. 2).

Die Maste sind doppelte Holzmasten. Die Winkelmasten sind aus 4 Holzmasten zusammengesetzt. Der Abstand der untersten

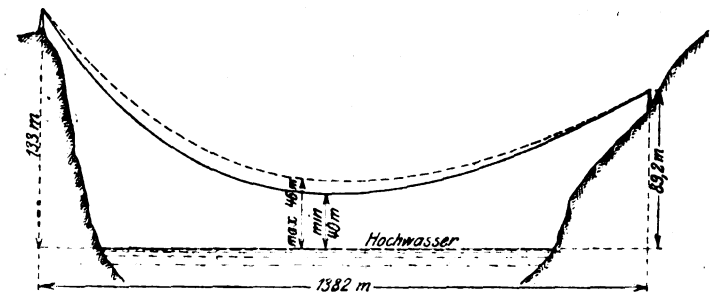


Abb. 2. Fjordkreuzung der Fernleitung Flörli-Oltesvik in Norwegen.

Leitungen vom Erdboden beträgt 7,5 m und die mittlere Spannweite 131 m. Mit Ausnahme der erwähnten Fjordkreuzung ist die größte Spannweite 250 m. Die Leitungen sind mit 2,5-, die Holzmasten mit 7- und Eisenmasten mit 3-facher Sicherheit berechnet. Die Leitungen der Fjordkreuzung haben eine Mindesthöhe von 40 m über dem höchsten Wasserstand. Auf der Fjordseite bei Oltesvik entlang haben Schiffe mit Masten von etwa 80 m Höhe Durchfahrt.

Die Leitungen bestehen bei der Fjordkreuzung aus 19-drähtigen Stahlkabeln (mit 140 kg/mm² Bruchlast) mit einem äußeren Durchmesser von 16 mm. Für jedes Kabel werden Eisentürme in 15 m Abstand (also insgesamt 6 Eisentürme) und mit 7 m Drahthöhe angebracht. Die Stahlkabel sind mit 3-facher und die Eisentürme mit 4facher Sicherheit berechnet worden.

Bei Oltesvik wird diese neue Fernleitung mit der 30 000 V-Fernleitung nach Oltedal verbunden. Von Oltedal ab wird die Energie durch vorhandene Leitungen nach Stavanger weiter geführt. *N. Sch.*

Erwähnt seien im Zusammenhang hiermit noch zwei weitere Hochspannungsleitungen, welche große Spannweiten überwinden. Dies ist zunächst die Überspannung der Meerenge von Carquinez in Kalifornien mit einer Spannweite von 1320 m und einer lichten Höhe von 60 m. Zur Arbeitsübertragung mit 40 000 V dienen 6 Stahldrahtkabel, die auf Türmen an beiden Ufern verankert sind. Eine zweite, noch größere Spannweite überwindet die Fernleitung vom Shawinigan-Kraftwerk nach der Provinz Quebec am St. Lawrence-Fluß. Sie arbeitet mit 100 000 V und besitzt 1500 m Spannweite. Die an den Ufern aufgestellten Stahltürme sind je 150 m hoch. Der tiefste Punkt der drei Stahldrahtseile liegt 48 m über dem Wasserspiegel. D. S.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Durchschläge von Porzellanisolatoren infolge von Spannungsstößen.

[W. D. Peaslee. Proc. Am. Inst. El. Eng., Bd. 35, 1916, S. 1237.]

Die oben genannte Abhandlung ist eine vorläufige Mitteilung über eine von dem Verfasser begonnene größere Arbeit. Er untersucht den Durchschlag von Porzellanisolatoren infolge von kurz dauernden Spannungsstößen, wie sie bei schnell verklingenden Ausgleichsvorgängen in elektrischen Leitungsnetzen häufig vorkommen. Es wird oft beobachtet, daß Porzellanglocken unter der Einwirkung derartiger Überspannungen bald zugrunde gehen, obwohl sie eine niederfrequente Prüfspannung ausgehalten haben, die erheblich über der Betriebsspannung lag. Der Verfasser versucht diese Erscheinung auf dem folgenden Wege aufzuklären. Er setzt Porzellanglocken während längerer Zeit schnellen elektrischen Schwingungen aus, die so stark gedämpft sind, daß sie wie einfache Spannungsstöße von sehr kurzer Dauer wirken. Bei einem Teil der Versuche wird die Glocke außerdem gleichzeitig mit niederfrequenter Wechselspannung beansprucht. Die elektrische Beanspruchung wird entweder eine bestimmte Zeit lang oder bis zum endgültigen Durchschlag der Glocken aufrecht erhalten. Dann wird der Isolator an der beanspruchten bzw. durchgeschlagenen Stelle zerbrochen und die Bruchstelle mikroskopisch betrachtet. Eine Anzahl der so erhaltenen Mikrophotogramme ist in der Arbeit abgebildet. Leider verlieren die Bilder bei der Wiedergabe im Druck viel von ihrer ursprünglichen Deutlichkeit, so daß eine zweite Wiedergabe hier zwecklos wäre. Deshalb können die Hauptbeobachtungen des Verfassers hier nur kurz erwähnt werden.

Die während längerer Zeit mit kurzdauernden Spannungsstößen beanspruchten Isolatoren zeigen zahlreiche haarfeine Durchschlagskanäle, die aber nicht zu einem Niederbruch der Isolation geführt haben, weil sie sofort nach dem Durchgang der Überspannung wieder zugeschmolzen sind. Häufig sind diese Kanäle verfärbt, was der Verfasser durch Verunreinigungen erklären will, die während des Funkenüberganges hineingerissen worden sind. Durch derartige, wieder zugeschmolzene Kanäle wird natürlich die Durchschlagsfestigkeit für spätere Beanspruchungen herabgesetzt. Ferner erniedrigen sie auch die Widerstandsfähigkeit des Isolators gegen mechanische Beanspruchungen; in der Tat zerbricht der Isolator beim Zerschlagen meistens an diesen Stellen.

Besonders verderblich wirken eingeschlossene Luftblasen. Die Durchschlagskanäle ziehen sich vornehmlich nach ihnen hin; an einem der abgebildeten Mikrophotogramme sieht man deutlich, wie zahlreiche Kanäle strahlenförmig auf einen Hohlraum zulaufen, der in Wirklichkeit kaum 1 mm lichter Weite hat. Auch geringe Vertiefungen in der Oberfläche des Porzellans oder Löcher in der anliegenden Zementschicht wirken in dem gleichen Sinne.

Wenn bei Isolatoren aus mehreren zusammengekitteten Mänteln die Beanspruchung in den einzelnen Mänteln sehr verschieden ist, so pflegt zunächst nur der am stärksten beanspruchte Mantel durchzuschlagen. Der Verfasser führt einen Versuch mit einem zweimänteligen Isolator an, bei dem der äußere Mantel nicht, der innere dagegen an zahlreichen Stellen von den Spannungsstößen durchbohrt war. Der Versuch lehrt, daß man gut tut, beim Entwurf von Porzellanisolatoren darauf zu achten, daß größere Unterschiede in der elektrischen Felddichte vermieden werden.

Wenn die Spannungsstöße gleichzeitig leuchtende Entladungen an der Oberfläche hervorrufen können, so wird dadurch eine bedeutende Entlastung des Isolators bewirkt. Die Energie des Stoßes geht mehr oder weniger in die leuchtende Entladung über, die Beanspruchung auf Durchschlag wird entsprechend verringert. Als Beispiel für diese Erscheinung führt der Verfasser den durch die Abb. 3 und 4

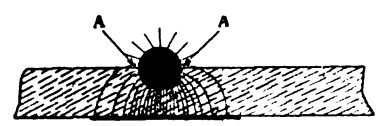


Abb. 3.

erläuterten Versuch an. Es wurden Porzellanplatten mit halbrunden Vertiefungen beschafft, in die Vertiefung wurde ein passender Leiter eingebettet. Er bildete den einen Pol; der andere Pol bestand aus einer unterhalb der Vertiefung gelegenen Platte. Wenn man an die Anordnung Abb. 3 eine hohe Spannung legt, so bildet sich um den oberen Leiter eine leuchtende Entladung. Man kann sie dadurch verhindern, daß man den Leiter mit Paraffin umgießt (Abb. 4). Der Verlauf der elektrischen

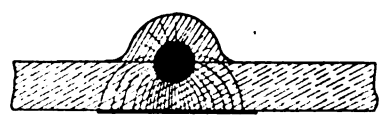


Abb. 4.

Feldlinien ist in den Abbildungen angedeutet. Da die leuchtende Entladung gewissermaßen wie ein Sicherheitsventil gegen Überspannungen wirkt, kann die Feldstärke im Falle der Abb. 3 nicht so hoch ansteigen wie im Falle der Abb. 4. Der Versuch wurde in der Weise ausgeführt, daß die Probestücke Spannungsstößen ausgesetzt wurden, die aus Halbwellen einer 460 000-periodigen Schwingung bestanden. Es

Digitized by Google

traten 120 solcher Stöße in der Sekunde auf; der Versuch wurde über etwa 70 h ausgedehnt. Die Platten wurden alsdann längs der Vertiefung entzwei gebrochen und die Bruchstelle mikroskopisch untersucht. Während bei der nach Abb. 3 beanspruchten Platte keinerlei Durchschlagskanal bemerkbar war, zeigte sich die Platte nach Abb. 4 allenthalben längs der Vertiefung von solchen Kanälen durchsetzt. Daß kein endgültiger Durchschlag eingetreten war, lag nur an der zu geringen Höhe der gleichzeitig wirkenden 60-periodigen Spannung.

Diese ersten Ergebnisse der vom Verfasser begonnenen Untersuchung zeigen schon, daß der von ihm eingeschlagene Weg wertvolle Aufschlüsse über die Beanspruchung von Isolatoren durch kurzdauernde Überspannungen zu geben verspricht. Man darf den weiteren Ergebnissen dieser Arbeit mit Interesse entgegensehen.

K. W. W.

Versteifung von Rohrmasten.

[Genie Civil, Bd. 69, S. 205. Nach Electric Railway vom 15. VII. 1917.]

An Abspann- und Winkelpunkten der Aufhängung von Fahrleitungen elektrischer Bahnen genügen die gewöhnlich verwendeten dreiteilig zusammengeschachtelten Stahlrohrmaste oftmals nicht, um den notwendigen Zug aufzunehmen. Foster beschreibt ein bei den United Railways, San Francisco, benutztes Verfahren, solche Maste zu versteifen. Wie Abb. 5 zeigt, werden alte, von einer Zahnradbahn herrührende Schienenprofile *a* verwendet, die entsprechend vernietet werden. Im untersten Teil des Mastes (*A*) sind 4, im mittleren (*B*) 3 und im oberen (*C*) 2 Profile enthalten. Die letztgenannten 2 Profile laufen durch den ganzen Mast hindurch. Die Übergänge sind durch Ausschmieden hergestellt. Nach Einbringen der Versteifungsprofile in den Mast werden die Hohlräume mit Beton ausgegossen.

Abb. 5. Mastversteifung.

-z.

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Alkohol aus Karbid.

[Chem. Techn. Wochenschrift, Bd. 23, S. 55, 2 Sp.]

Als vor einem Menschenalter Moissan durch Erhitzen einer Mischung von gebranntem Kalk mit Kohle im elektrischen Ofen Kalziumkarbid gewonnen hatte, welches mit Wasser Azetylen entwickelt, wurden Mitte der 90er Jahre an vielen Stellen in Europa und Amerika, wo Wasserkräfte zur Verfügung standen, Karbidwerke errichtet und das strahlend helle Azetylenlicht als das Licht der Zukunft gefeiert. Bald kam aber ein gewaltiger Rückschlag: Viele Karbidwerke arbeiteten mit Verlust; die Nachfrage nach Karbid entsprach keineswegs den Erwartungen. Als Rettung bot sich in der Folgezeit die Anwendung des Azetylens zum autogenen Schweißen und die Verarbeitung des Karbids zu Kalkstickstoff, welcher teils unmittelbar als Düngemittel verwendet, teils in Ammoniak und andere wertvolle Stickstoffverbindungen übergeführt wird. Neuerdings hat sich für die Karbidindustrie ein neuer Weg eröffnet, der außerordentliche Hoffnungen bietet, nämlich die Erzeugung von Alkohol aus Azetylen, ein Problem, das schon vor etwa 20 Jahren vergeblich umworben, aber erst jetzt glücklich im kleinen und großen gelöst wurde.

Das Azetylen C_2H_2 ist eine ungesättigte Verbindung, weil die beiden mit einander verkuppelten Atome des vierwertigen Kohlenstoffes nicht nur 2, sondern 6 Atome des einwertigen Wasserstoffes oder eine entsprechende Anzahl anderer Atome oder Atomgruppen zu binden imstande sind. Aber das Azetylen bedarf besonderer Beihilfen, um diesen seinen Hunger sättigen zu können. Es gelingt nun, Azetylen C_2H_2 mit Wasser H_2O zu einer Vorstufe des Alkohols, zu Azetaldehyd C_2H_4O zu vereinigen, wenn man das Azetylen in verdünnte Schwefelsäure leitet, welche als Katalysator Quecksilbersalze enthält.

Dem Azetaldehyd fehlen zum Alkohol oder, wie er mit seinem genauen chemischen Namen heißt, Äthylalkohol noch zwei Wasserstoffatome. Man kann diese anlagern, indem man den Azetaldehyd als Dampf — er siedet schon bei 21° C — mit Wasserstoff über feinverteiltes Nickel leitet; dann geht er vollständig in Äthylalkohol über:

$$CH_3 . CHO + H_2 = CH_3 . CH_2 . OH.$$

Anderseits kann man den Azetaldehyd auch in Essigsäure verwandeln, indem man ihn mit Luftsauerstoff über Nickel leitet:

$$CH_3 . CHO + O = CH_3 . CO . OH.$$

Alkohol und Essigsäure werden bekanntlich als solche in gewaltigen Mengen gebraucht; anderseits sind sie, was nicht so allgemein bekannt ist, die Ausgangsstoffe für viele wertvolle organische Verbindungen. Es ist daher erklärlich, daß man die Erzeugung von Alkohol aus Karbid im Großen durchzuführen begonnen hat. Die Lonzawerke bauen gegenwärtig in Visp (Wallis) eine große Anlage, welche bis zu 10 000 t Alkohol jährlich liefern soll und damit den ganzen Bedarf der Schweiz an ausländischem Alkohol wird decken können. *K. A.*

Verschiedenes.

Auslandseminar an der Technischen Hochschule Dresden.

An der Technischen Hochschule zu Dresden wird im kommenden Sommersemester ein neu errichtetes Auslandsseminar als erstes einer deutschen Technischen Hochschule seine Lehrtätigkeit beginnen. Es soll in erster Linie den Studierenden Gelegenheit geben, sich als zukünftige Vertreter der deutschen Industrie und Technik im Auslande außer ihren Fachkenntnissen noch besondere Auslandskenntnisse zu erwerben. Es ist aber auch an Teilnehmer mit anderer Vorbildung gedacht worden, die Auslandskenntnisse erwerben oder erweitern wollen. Gleichzeitig bietet sich ihnen die Möglichkeit, sich durch Benutzung der Studieneinrichtungen der Technischen Hochschule mit technischen Fragen bekannt zu machen. Es ist ein allmählicher Ausbau des Seminars vorgesehen, u. zw. sollen in einem etwa achtsemestrigen Lehrgang die wichtigsten Auslandsgebiete vom geographischen, volkswirtschaftlichen, geschichtlichen, politischen, kulturlichen, sprachlichen und naturwissenschaftlichen Standpunkte aus behandelt werden. Den Anfang werden im Sommersemester Spanien und Portugal machen.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Tagesordnung

für die

XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin am 31. Mai und 1. Juni 1918.

Freitag, den 31. Mai:

Vormittags 10 Uhr: Vorstandssitzung in den Geschäftsräumen des V.D.E.

Nachmittags 3 Uhr: Ausschußsitzung im Ingenieurhaus, Sommerstr. 4a.

Sonnabend, den 1. Juni:

Vormittags 9½ Uhr: Festversammlung in der Aula der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg, Berlinerstraße.

1. Eröffnung durch den Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Prof. Dr.-Ing. Petersen, Darmstadt: „Die Hochspannungsstraßen der Elektrizität".

Nachmittags 3 Uhr: Verbandsversammlung im Bankettsaal des Zoologischen Gartens.

1. Bericht des Herrn Geh. Regierungsrats Prof. Dr. Gumlich über die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften usw. von Eisenlegierungen.
2. Bericht des Generalsekretärs über die letzten 2 Arbeitsjahre.
3. Einsetzung neuer Kommissionen.
4. Wahlen zum Vorstand und Ausschuß.
5. Bestimmung des Ortes der nächsten Jahresversammlung.

Abends 6 Uhr: Festmahl im Marmorsaal des Zoologischen Gartens. Hieran schließt sich ein vom Elektrotechnischen Verein dargebotener Bierabend.

Die Festkarte, die zur Teilnahme an sämtlichen Veranstaltungen sowie zur Empfangnahme der Festschrift berechtigt, kostet 25 M. Außerdem werden Karten zum Preise von 5 M ausgegeben. Diese berechtigen zur Teilnahme an den Versammlungen, dem Bierabend und zur Entgegennahme der Festschrift. Für Damen (Angehörige von Mitgliedern) werden die gleichen Karten ausgegeben. Schließlich werden kostenlos Eintrittskarten zu den Versammlungen ausgegeben.

Anzug für die Festversammlung und für das Festmahl: Überrock.

Mit Rücksicht auf die augenblicklichen Verhältnisse können nur Anmeldungen berücksichtigt werden, die bis zum

6. Mai

hier einlaufen. Gleichzeitig mit der Anmeldung ist der Betrag für die Karte auf das Postscheckkonto Nr. 21312 des V. D. E. einzuzahlen. Die Karten werden nach Eingang des Betrages den Teilnehmern zugesandt.

Die Geschäftsstelle des Verbandes vermittelt den Brief- und Telegrammverkehr für die Teilnehmer. Sie befindet sich Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Am 1. Juni ist eine besondere Geschäftsstelle während der Festsitzung in der Technischen Hochschule und während der Nachmittags-Versammlung im Zoologischen Garten eingerichtet.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Vorsitzende: Klingenberg. Der Generalsekretär: D'ettmar.

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9820, zu richten.)

Sitzung

am Dienstag, dem 26. März 1918, abends 7½ Uhr

im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure, Sommerstraße 4a.

Vorsitzender: Herr Geheimrat Strecker.

Anwesend etwa 170 Mitglieder und 20 Gäste.

Vorsitzender: Wir stehen alle unter dem Eindruck der gewaltigen Ereignisse in Frankreich. Thors, des Schlachtengottes, Hammer, in Hindenburgs Hand hoch erhoben, ist niedergesaust auf die Häupter unserer Feinde, er hat sie in hartem Hiebe getroffen. Es ist noch zu früh zu lautem Siegesjubel, zu schwer noch lastet auf uns der Ernst der Entscheidungsstunde, aber wir wollen unserer Zuversicht und Hoffnung, unserem Dank Ausdruck verleihen, indem wir uns von den Sitzen erheben.

Ich erteile jetzt das Wort Herrn Wagner.

Herr Wagner: Sehr geehrte Anwesende! Der Anlaß, aus dem ich mich zum Wort gebeten habe, findet seinen Ausdruck in dem Blumenstrauß auf dem Vorstandstisch. Es ist der 60. Geburtstag unseres hochverehrten Vorsitzenden Herrn Geheimrats Strecker. Ein freundlicher Zufall hat es gefügt, daß der Geburtstag zusammenfällt mit einer Vereinssitzung. Was die Elektrotechnik und der Elektrotechnische Verein insbesondere Herrn Geheimrat Strecker verdanken, das auszuführen bedarf es hier an dieser Stelle nicht vieler und langer Worte. Wir alle, die wir in den Vereinssitzungen, in den Sitzungen des Ausschusses und des Vorstandes das Vergnügen hatten, mit ihm zusammen zu arbeiten, haben dort unter dem Bann seiner Persönlichkeit gestanden, unter dem Bann seiner klaren und ruhigen Sachlichkeit, die vereint mit einem freundlichen Humor uns oft über schwierige Situationen hinweggeholfen hat. Wir haben immer von neuem Gelegenheit gehabt, den weitgespannten Kreis seiner Interessen zu be-

Digitized by Google

wundern. Ich bin daher gewiß, daß ich in Ihrer aller Sinne spreche, wenn ich Herrn Geheimrat Strecker mit diesem Blumenstrauß die herzlichsten Glückwünsche des Vereins entgegenzunehmen bitte, mit dem Wunsche, daß ihm noch viele Jahre erfolgreichen Wirkens beschieden sein mögen. (Beifall.)

Vorsitzender: Ich danke Herrn Professor Wagner herzlich für die freundlichen Worte, die er mit gewidmet hat, und Ihrer freundlichen Zustimmung, die mich sehr erfreut. Sie glauben, es sei ein Zufall, daß mein Geburtstag gerade auf die heutige Sitzung fällt. Es gibt aber bekanntlich keine Zufälle, und es ist offenbar der schlaue Klapperstorch gewesen, der es so eingerichtet hat. Herr Prof. Wagner hat von meinen Bemühungen im Dienste des Vereins gesprochen; er hat aber nichts davon gesagt, welche Freude es mir gemacht hat, dem Verein meine schwachen Kräfte zu widmen, und wie viel Anregung ich aus dieser Tätigkeit geschöpft habe. Ich will auch gern fernerhin dem Verein einen Teil meiner Arbeit widmen, so lange ich das noch kann, denn wenn man 60 Jahre alt wird, ist man zwar noch nicht ganz altes Eisen, aber es fängt schon an, an einigen Stellen zu rosten. (Beifall.)

Wir kommen jetzt zum geschäftlichen Teil der Sitzung. Die Berichte über die beiden letzten Vereinssitzungen sind in der „ETZ" veröffentlicht worden[1]); sind Einwendungen gegen dieselben zu machen?

Wenn dies nicht der Fall ist, gelten die Protokolle als festgestellt.

Einspruch gegen die in der vorigen Sitzung ausgelegten Anmeldungen ist nicht erhoben worden. Die Angemeldeten sind somit als Mitglieder aufgenommen.

2 Neuanmeldungen sind eingegangen, dieselben liegen hier aus.

Vom Verband Deutscher Elektrotechniker sind uns einige Sonderdrucke zugegangen von einem Aufsatz von Herrn Dettmar: „Die 25-jährige Wiederkehr des Gründungstages des Verbandes Deutscher Elektrotechniker". Die Hefte liegen hier aus und stehen den Herren zur Verfügung.

Ich möchte Ihnen bei dieser Gelegenheit mitteilen, daß der Elektrotechnische Verein den Verband eingeladen hat, seine diesjährige Jahresversammlung, mit der zugleich die Feier seines 25jährigen Bestehens verbunden ist, in Berlin abzuhalten. Der Verband hat die Einladung angenommen, und die Jahresversammlung wird am 1. Juni d. Js. hier in Berlin stattfinden. Nähere Mitteilungen über die geplanten Veranstaltungen werden demnächst vom Verband bekanntgemacht werden.[2])

Wird hierzu das Wort verlangt? Wenn dies nicht der Fall ist, so erteile ich das Wort Herrn Dr. Schering zu seiner „Vorführung eines neuen Vibrationsgalvanometers".

(Der Vortrag des Herr Dr. Schering wird in der „ETZ" abgedruckt werden.)

Vorsitzender: Es hat niemand um das Wort gebeten. Meine Herren! Wir wissen ja, was das Vibrationsgalvanometer für ein schwieriges Instrument ist, wenn man es aufgestellt hat. Es ist jedem, der damit gearbeitet hat, in der Erinnerung, welche Schwierigkeiten man hat, bis man darauf eingeübt ist. Es scheint mir, daß die bequeme Einstellbarkeit des Scheringschen Instrumentes ein rechter Fortschritt ist. Ich danke Herrn Dr. Schering bestens für seinen Vortrag.

Wir kommen nunmehr zum letzten Punkt der Tagesordnung, und ich erteile das Wort Herrn Prof. W. Philippi zu seinem Vortrag über „Die Entwicklung des elektrischen Antriebes von Fördermaschinen".

An den Vortrag schloß sich eine Erörterung, an der die Herren Alvensleben, Krämer, Dallmeyer und der Vortragende teilnahmen. Vortrag und Diskussion werden in der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: Das Wort wird nicht mehr gewünscht. Ich danke Herrn Prof. Philippi für den ausgezeichneten Vortrag, der uns ein klares Bild von der Entwicklung dieser Fördermaschinen gegeben hat.

Ich schließe die Sitzung.

Der Generalsekretär:
L. Schüler.

Neuanmeldungen:

Avigdor, Rifat, Ingenieur, Berlin-Schöneberg.
Freberg, Johann, Dr.-Ing., Scholwin i. Pom.
Rosenthal, Hans, Diplomingenieur, Berlin.
Roth, Diplomingenieur, z. Zt. Oberleutnant d. Res., Lehe.
Schneider, Wilhelm, Diplomingenieur, Berlin-Wilmersdorf.
Sonnenschein, Theodor, Dr. phil., Fabrikant, Berlin.
Thalmann, Adolf, Ingenieur, techn. Abteilungsvorstand der A.E.G. Freiburg, Freiburg i. Br.
Ullmann, Pankraz, Fabrikant, Bamberg.

Herren, die dem Elektrotechnischen Verein beizutreten wünschen, wollen sich an die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin, Königgrätzerstr. 106, wenden.

---

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 89, 121.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 151.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Hochschulnachrichten. Dem Privatdozenten für theoretische Physik an der Universität Göttingen, Dr. P. Hertz, wurde der Professortitel verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Projektierungsbehelfe.

Mit seinen Ausführungen in der „ETZ" 1918, S. 28, sagt Herr BRADE nichts Neues. Ich verweise auf meine in „Elektrotechn. u. Maschb.", Wien 1916, Nr. 53, enthaltene Entgegnung an Herrn Dr. J. TEICHMÜLLER und halte diese selbstverständlich voll aufrecht. Hätte Herr BRADE meinen Aufsatz mit Aufmerksamkeit gelesen, so hätte er finden müssen, daß auf S. 355 (Elektrotechn. u. Maschb.", Wien 1916) von mir ganz ausdrücklich betont wird, es müßten Leitungen über 1000 m Länge „nach anderen Methoden berechnet werden, allenfalls ermöglichen die Tafeln III und VI eine rasche Kontrolle." Wenn ich in den Anwendungsbeispielen auch größere Leitungslängen anführe, so ändert sich dadurch nichts an dieser Tatsache. Wenn dann Herr BRADE, um die (von mir übrigens nie behauptete) unbedingte Anwendbarkeit meiner Tafeln zu widerlegen, an einem „erweiterten" Beispiele Unterschiede von 3,5 und 5,9% findet, so sind dies, immer vorausgesetzt, daß nach anderen Methoden gerechnete Fernleitungen mit Hilfe meiner Tafeln nachgeprüft werden, Werte, von denen wohl auch Herr BRADE zugeben muß, daß sie praktisch nicht ins Gewicht fallen, denn schon die oft unvermeidliche schätzungsweise Annahme der Belastung macht eine in Wirklichkeit bis auf wenige Hundertstel genaue Berechnung unmöglich. Überdies scheint Herr BRADE zu vergessen, daß die Abrundung errechneter Querschnitte auf die normalisierten Abmessungen noch ganz andere Unterschiede zeitigt. (Zum Beispiel 20 mm² auf 16 mm² = − 20 % auf 25 mm² = + 25%.)

Dieser Umstand rechtfertigt auch vollständig die von mir gewählte und Herrn BRADE mißfallende „grobe Abstufung" in der Belastung und der Leitungslänge. Wenn Herr BRADE die durch diese Abstufung entstehenden „Ungenauigkeiten" vermeiden will, möge er in meinen Tafeln I, II, IV und V von 20 A an immer ergänzen: 20 bis 24 A, 25 bis 29 A usw.

Der Zweck meiner Tafeln ist, wie schon der Name „Projektierungsbehelfe" sagt, den Projektanten elektrischer Anlagen, z. B. von „Bahnhöfen, Industrieanlagen, Warenhäusern u. dgl." („Elektrotechn. u. Maschb.", Wien 1916, S. 353) die Bemessung und Kontrolle elektrischer Sekundäranlagen so leicht und einfach als nur möglich zu machen; theoretische Haarspaltereien habe ich grundsätzlich vermieden. Vom grünen Tische aus hat Herr BRADE gewiß recht. An der praktischen Brauchbarkeit meiner einfachen Tafeln kann aber seine Kritik nichts ändern.

Wien, 8. III. 1918. Ing. Julius Opacki.

Erwiderung.

Meine Ausführungen in der „ETZ" 1918, S. 28, sind allerdings durch diejenigen des Herrn Dr. TEICHMÜLLER in „Elektrotechn. u. Maschb." 1916, Nr. 53, aber nur zum geringsten Teil überholt. Meine Ausführungen stammen aber aus derselben Zeit wie die des Herrn Dr. TEICHMÜLLER, konnten jedoch aus bestimmten Gründen von der Schriftleitung der „ETZ" nicht früher veröffentlicht werden.[1]) Ich glaube, in meinem Aufsatz ohne Zweifel den Nachweis erbracht zu haben, daß den Tafeln des Herrn OPACKI erhebliche Mängel anhaften, die bei den von mir empfohlenen Hilfsmitteln, d. h. dem Schieber für Leitungsberechnungen und den Gradlinien-Kurven, vermieden sind, und daß seinen Berechnungen grobe Fehler wissenschaftlicher Art unterlaufen sind. Da Herr OPACKI gegen diesen Kern meiner Betrachtungen in seiner obigen Erwiderung keine stichhaltigen Gründe vorzubringen weiß, so erübrigt es sich, auf die einzelnen Punkte seiner Erwiderung nochmals besonders einzugehen und dieselben zu widerlegen.

Ich glaube, daß ich es ruhig den Herren, die viel mit Leitungsberechnungen zu tun haben, überlassen kann, darüber zu urteilen, ob sie die von Herrn OPACKI vorgeschlagenen Tafeln oder die von mir empfohlenen Hilfsmittel für besser und praktischer halten. Im übrigen kann ich zum Schluß Herrn OPACKI versichern, daß ich absolut nicht vom grünen Tisch aus urteile. Seit etwa 20 Jahren habe ich ständig mit der Projektierung und Ausführung umfangreicher elektrischer Lichtanlagen aller Art zu tun und darf mir daher auf Grund meiner langjährigen Erfahrungen ein praktisches Urteil gestatten.

Spandau, 2. IV. 1918. W. Brade.

Wir schließen hiermit diese Erörterung. D. S.

[1]) Der Bericht des Herrn Brade ging bei uns am 9. XI. 1916 ein.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Fabrikbetrieb. Die Organisation, die Buchhaltung und die Selbstkostenberechnung industrieller Betriebe. Von Prof. Dr. Albert Calmes. 4. neu bearb. u. verm. Auflage. XI u. 232 S. in 8°. Verlag für Handelsliteratur von G. A. Gloeckner. Leipzig 1916. Preis geb. 5 M.

Das in vierter Auflage vorliegende Buch führt durch seinen Titel irre. Unter einem Buch über „Fabrikbetrieb" wird der Leser im allgemeinen ein solches vermuten, in dem die technischen Anforderungen an den Betrieb ausgeführt werden. Wer in dieser Voraussetzung an das Werk herangeht, wird sich enttäuscht sehen, denn es handelt sich im vorliegenden Falle um eine nicht einmal lückenlose Darstellung der kaufmännischen Organisation. Allerdings macht der Verfasser selbst auf diesen Umstand aufmerksam. aber da man im allgemeinen Bücher nach dem Titel auf den Inhalt hin zu beurteilen pflegt, so hätte schon der Titel anders gewählt werden müssen.

Sieht man von dieser Unstimmigkeit zwischen Titel und Inhalt ab, so kann man sagen, daß die Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hat, in der Hauptsache gut gelöst worden ist. Allerdings ist die Literatur, die über kaufmännische und technische Organisation der Fabrikbetriebe sonst geschrieben worden ist, in dem vorliegenden Buche ziemlich stiefmütterlich behandelt worden. Wenn diese Werke auch zum größten Teil im Literaturnachweis aufgeführt werden, so ist bei der Reichhaltigkeit und wahllosen Zusammenstellung dieses Verzeichnisses zu fürchten, daß der Hinweis an dieser Stelle in den meisten Fällen zwecklos sein wird.

Gegen die Abfassung der Kapitel über die Direktion, Korrespondenz und Registratur und Einkaufsabteilung ist wenig einzuwenden, desto mehr aber gegen die der Abschnitte Materiallager und Lohnabteilung. Die wirtschaftlichen Gesichtspunkte, nach denen das Materiallageranzulegen ist, sind viel zu wenig berücksichtigt. Die Einteilung in Betriebsmaterialien, Brennmaterialien, Beleuchtungsmaterialien, Verpackungsmaterialien und Baumaterialien ist zunächst nicht erschöpfend, denn man sucht unter den aufgezählten Gegenständen z. B. vergeblich die für den Betrieb so wichtigen und dem Materiallager zuzuweisenden Gußteile, das Stangenmaterial, die verschiedenen Blechvorräte usw. An dieser Stelle hätte der für eine Beschränkung des Materiallagers so außerordentlich wichtige Gesichtspunkt einer weitgehenden Normalisierung der Abmessungen der herzustellenden Werkstücke hervorgehoben werden müsser, weil durch Normalisierung, d. h. durch Beschränkung der Anzahl der zur Verwendung kommenden Abmessungen von Rohmaterial, durch Wahl gleicher Gußstücke für ähnliche Maschinenteile usw. eine ganz erhebliche und für die Zeit nach dem Kriege unbedingt notwendige Beschränkung des Materiallagers bewirkt werden kann. Wenn es im allgemeinen schon sehr schade ist, daß der Verfasser die technische Seite des Fabrikbetriebes fast gar nicht berührt, so muß man das an dieser Stelle vom Standpunkt des Ingenieurs aus

Digitized by Google

noch besonders bedauern, denn das Materiallager, wenigstens der Maschinenfabriken, enthält eine ganze Anzahl von Maschinen, wie Abstechbänke, Sägen, Scheren, Fördermittel aller Art usw., die von großer Bedeutung für ein gut eingerichtetes Lager sind.

Das Kapitel Lohnabteilung bespricht zwar den Zeit- und den Stücklohn und erwähnt die Prämiensysteme, doch vermißt man an dieser Stelle die sonst üblichen graphischen Darstellungen der verschiedenen Lohnsysteme, aus denen die Vor- und Nachteile und die besondere Eignung des einen oder des anderen Systems für eine vorliegende Sonderarbeit zu erkennen wäre. Wir haben uns in den letzten Jahren so sehr an die übersichtliche graphische Behandlung wirtschaftlicher Fragen gewöhnt, daß wir ein Fehlen dieser Diagramme als einen Mangel ansehen müssen.

Ausführlich und recht übersichtlich ist die Berechnung der Selbstkosten durchgeführt, die ein besonders schwieriges Kapitel in der Betriebsbuchführung darstellt.

Sieht man von dem nicht geschickt gewählten Titel ab, der den Unkundigen dazu verleitet, Belehrungen zu suchen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit gar nicht gegeben werden sollten, so ist, mit Ausnahme der oben erwähnten Unterlassungen, die ausführliche und klare Bearbeitung des ganzen Gebietes durchaus zu loben und dem Buche eine weite Verbreitung zu wünschen.

Papier und Druck und die sonstige Ausstattung sind gut und würdig und verraten einen sorgfältig arbeitenden und mit auf der Höhe stehenden Mitteln ausgestatteten Verlag.

E. Toussaint.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Die Steuerbilanz. Die buchtechnisch und steuerlich richtige Ermittelung des Reingewinnes nebst wichtigen Entscheidungen des Oberverwaltungsgerichts und den in Frage kommenden Bestimmungen des Handelsgesetzbuchs. Von Jacob Moser. 2. Aufl. 92 S. in 8°. Industrieverlag Spaeth & Linde. Berlin 1918. Preis geb. 2.20 M.

Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von H. Brick. 2. Aufl. Mit 65 Abb. 113 S. in 16°. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1918. Preis geb. 1,50 M.

Die Röntgenstrahlen und ihre Anwendung. Von Dr. med. G. Bucky. Mit 85 Abb. 104 S. in 16°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1918. Preis geb. 1,50 M.

Einführung in die Hochspannungstechnik. Bd. 609 der Sammlung Göschen. Von Dr.-Ing. K. Fischer. 2. Aufl. Mit 98 Abb. 151 S. in 16°. Verlag von G. J. Göschen. Berlin und Leipzig 1918. Preis geb. 1,25 M.

Die Vorschriften über die Einschränkung des Gas- und Elektrizitätsverbrauchs sowie die Einschränkung der Heizung unter Berücksichtigung des Brennstoffverbrauchs und des Verfahrens vor den Schiedsstellen. Nach amtlichem Material erläutert und herausgegeben von Patentanwalt und Gasingenieur H. Schmidt, Elektroingenieur P. Hopfer und Rechtsanwalt Dr. jur. R. Kauffmann. Nr. 81 der Hess-Kriegsschriftensammlung. 96 S. in 8°. Verlag von J. Hess. Stuttgart 1918. Preis 3 M.

Doktordissertationen.

A. Gut. Das Berliner Wohnhaus. Beiträge zu seiner Geschichte und seiner Entwicklung in der Zeit landesfürstlicher Bautätigkeit (17. u. 18. Jahrhundert). Mit einer Einleitung: Vom Berliner Wohnhaus im Mittelalter. Technische Hochschule. Berlin 1916.

O. Zeller. Die Halogenderivate des Chromons und seiner Homologen. Technische Hochschule. Berlin 1917.

R. Krieger. Stahlformguß als Konstruktionsmaterial. Technische Hochschule. Berlin 1917.

K. Eicke. Cottbus, ein Beitrag zur Geschichte des deutschen Bürgerhauses. Technische Hochschule. Berlin 1917.

Sonderabdrucke.

H. Schering und R. Schmidt. Ein Vibrationsgalvanometer mit elektromagnetischer Abstimmung für niedrige Frequenzen. „Zeitschrift für Instrumentenkunde", Bd. 38, 1918, Heft 1.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin.[1]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden auf den Hoch- und Untergrundlinien 108,374 Mill. Fahrgäste gegen 78,7 Mill. i. V. befördert. Dazu kommen noch 4,367 Mill. Fahrgäste (2,772 i. V.) auf der Flachbahn. Die Betriebseinnahmen betrugen 14,990 Mill. M (10,531 i. V.), Die Betriebskosten 7,530 Mill. M (5,791 i. V.). Nach Rücklage von 0,5 Mill. M (0,435 i. V.) für Tilgung und Talonsteuer und 3,1 Mill. M (1,350 i. V.) für Erneuerungen, Unterhaltung und außergewöhnliche Betriebsausgaben sowie nach Abschreibung von 0,356 Mill. M (0,056 i. V.) verbleibt ein Reingewinn von 2,478 Mill. M (2,131 i. V.). Es soll eine Dividende von 5% auf 10 Mill. M Vorzugsaktien (wie i. V.) und 3½% (3 i. V.) auf 52,5 Mill. M Stammaktien gezahlt werden. Eine Übersicht über die Ergebnisse der Jahre 1913 bis 1917 ist nachstehend gegeben:

	1913	1914	1915	1916	1917
Zugkilometer . . . . . Mill.	4,140	4,352	3,425	3,43	3,36
Streckenlänge . . . . . km	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
Fahrgäste . . . . . Mill.	74,0	79,3	71,8	81,5	112,7
Betriebseinnahmen . . . . . Mill. M	9,538	10,248	9,175	10,531	14,990
Betriebsausgaben . . . . . Mill. M	4,805	5,363	4,782	5,791	7,530
Betriebsüberschuß . . . . . Mill. M	4,673	4,885	4,393	4,739	7,460
Rücklagen f. Tilgung u. Talonsteuer. Mill. M	0,313	0,384	0,397	0,435	0,5
Sonstige Rücklagen . . . . . Mill. M	0,885	0,900	0,866	1,350	3,1
Abschreibungen . . . . . Mill. M	0,072	0,065	0,061	0,056	0,356
Reingewinn . . . . . Mill. M	3,072	3,186	2,740	2,131	2,479
Dividenden . . . . . Mill. M	2,550	2,475	2,600	2,075	2,338
%	6	5 (4)	5 (4)	5 (3)	5 (3½)

In der mit 193,695 Mill. M (190,092 i. V.) abschließenden Bilanz stehen Bau- und Grunderwerbskonto der Anlage mit 106,678 Mill. M (106,748 i. V.), desgl. der Erweiterungslinien mit 24,567 Mill. M (21,394 i. V.), Kraftwerk und Betriebsstätten mit 18,748 Mill. M (18,714 i. V.), Betriebsmittel mit 11,838 Mill. M (wie i. V.), Betriebsmaterialien mit 0,697 Mill. M (0,842 i. V.), Grundstücke und Gebäude mit 6,407 Mill. M (6,297 i. V.), Wertpapiere und Beteiligungen mit 9,788 Mill. M (10,151 i. V.), Bankkonto und Kasse mit 3,352 Mill. M (2,092 i. V.) zu Buch. Schuldnern mit 4.120 Mill. M (4,516 i. V.) stehen Gläubiger mit 5,541 Mill. M (5,462 i. V.) gegenüber.

Die Fahrpreise sind vom 1. April 1918 ab um durchschnittlich 5 Pf erhöht worden. Das Nähere über den neuen Tarif ergibt die folgende Zusammenstellung:

Tarifstrecke	Gewöhnlicher Verkehr III. Kl.	Gewöhnlicher Verkehr II. Kl.	Frühverkehr III. Kl.	Frühverkehr II. Kl.
I. bis 5. Bahnhof Pf	15	20	15	20
II. „ 8. „ „	20	30	15	20
III. „ 12. „ „	25	35	20	25
IV. darüber . . . . „	30	40	25	30

-r.

Dividenden. Vereinigte Isolatorenwerke A. G., Berlin-Pankow: 20% auf 1 Mill. M (wie i. V.). — Vereinigte Zünder- und Kabel-Werke A. G., Meißen i. Sa.: 30% auf 0,9 Mill. M (wie i. V.).

Warenerzeugung und Warenmarkt.

Metallpreise an der Londoner Börse.[1]) In Abb. 1 sind die Schwankungen der Notierungen der Londoner Metallbörse für Zinn, Kupfer, Zink und Blei für das Jahr 1917 zusammengestellt. Während der Preis von Zinn i. J. 1916 um 180 £/t herum schwankte, ist 1917 eine ziemlich stetige und beträchtliche Steigerung bis auf etwa 310 £ eingetreten. Abgesehen von einem kurzen Abfall am Jahresschluß ist die Erhöhung des Preises weiter fortgeschritten. Kupfer („fine foreign" und „standard") hat im wesentlichen fallende Tendenz gezeigt und ist von 140 auf 110 £/t gesunken; letzterer Wert wird seit Ende September notiert. Zink (amerikanisches) hat sich seit April 1917 auf etwa 52 £/t, Blei (englisches) während des ganzen Jahres auf 30 £/t gehalten. Im Februar 1918 ist Blei um etwa 1 £/t gesunken.

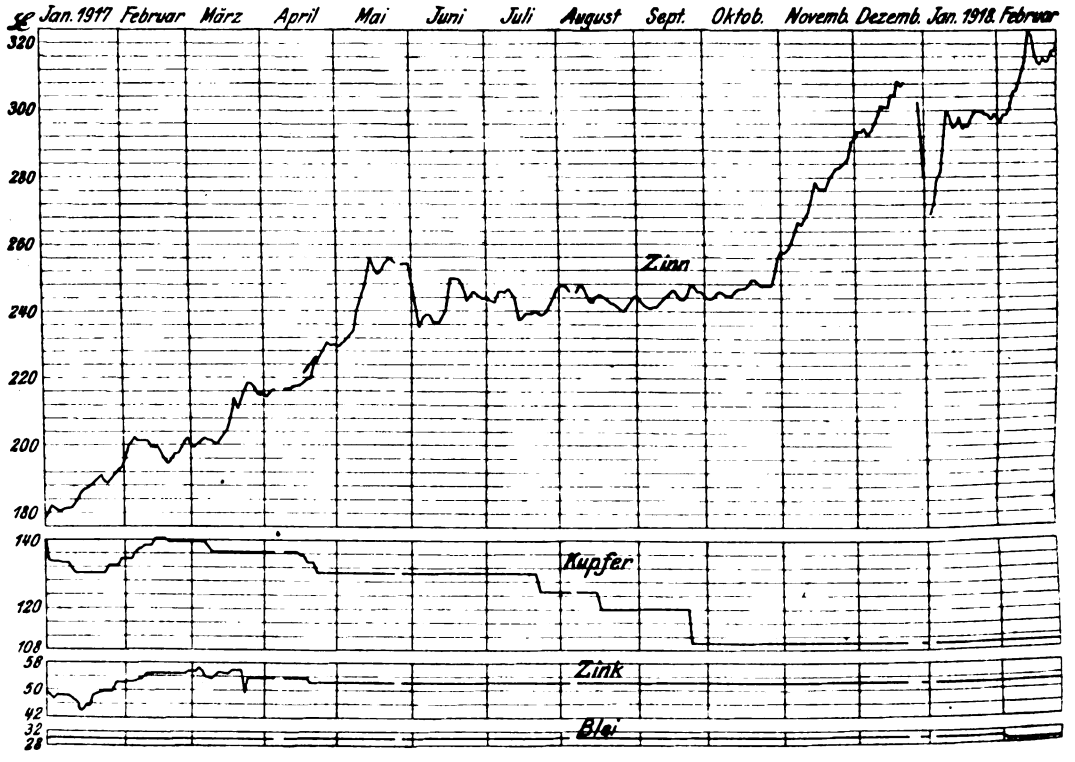


Abb. 1. Metallpreise an der Londoner Börse im Jahre 1917.

Firmenverzeichnis.

Änderungen in der Verwaltung. Lippische Elektrizitäts-A. G., Detmold. In den Vorstand berufen: W. von Tippelskirch (an Stelle von W. Schulze).

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 228; weiter vgl. „ETZ" 1917, S. 357.

[1]) Nach „Engineering", Bd. 104, S. 20, 266, 370. Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 144, 532.

Abschluß des Heftes: 20. April 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 2. Mai 1918. Heft 18.

Zur gefl. Beachtung.

In dem vorliegenden Heft der „ETZ" st auf S. 179 die ausführliche Tagesordnung für die XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin (31. Mai und 1. Juni) abgedruckt, auf welche wir hiermit besonders hinweisen. Die Schriftleitung.

Elektromagnete für Heilzwecke.[1])

Von H. du Bois.

Theorie und Konstruktion großer Feldmagnete für technische und wissenschaftliche Zwecke dürfen heutzutage als wesentlich feststehend gelten. In der Heilkunde dagegen spielten von jeher Extraktionsmagnete, insbesondere „Augenmagnete" eine Rolle[2]), wozu im Jahre 1914 „Darmmagnete" für die magnetische Behandlung von Adhäsionen, Senkungen usw. am Magen-Darm-Kanal[3]) hinzutraten. Von solchen Apparaten habe ich eine vorläufige Beschreibung veröffentlicht, wobei indessen die Anwendung zu Heilzwecken im Vordergrunde stand[4]); betreffs dieser sei auf die angeführten Aufsätze hingewiesen; nachstehend sollen mehr die technischen Gesichtspunkte bei dem Bau von solchen attraktorischen Magneten hervorgehoben werden.

I. Beschreibung.

Das größere Modell hat einen hochpermeablen, 40 cm langen Eisenkern; dessen konkaves Arbeitsende von 12 cm Durchmesser paßt sich der mittleren Körpergestalt an. Nach dem anderen Ende zu wird der Kern allmählich dicker, wie es auch bei Feldmagneten üblich ist, und verläuft in eine besonders ausgebildete Gegenpolflansche (Abb. 5). Deren Dicke beträgt am Kern die Hälfte vom Radius des letzteren, so daß der den Induktionslinien gebotene Querschnitt $2\pi r . r/2 = \pi r^2$, also dem Kernquerschnitt gleich ist. Nach außen zu nimmt die Flanschendicke umgekehrt proportional dem Radius ab, so daß der Querschnitt konstant bleibt. Eine Umbiegung der Flansche nach dem Arbeitspol zu wurde nicht für zweckmäßig erachtet; denn bei übertriebener Annäherung an einen geschlossenen, magnetischen Kreis müßte die Wirkung nach außen schließlich abnehmen. Die Anwesenheit des Gegenpols bedingt in mittleren Entfernungen eine Verringerung der Anziehung um einige Prozente.

Die Spulen sind mit emailliertem Kupferdraht bzw. auch Aluminiumdraht bewickelt, dessen Stärke passend abgestuft ist. Dieses bei Galvanometern theoretisch vorgeschriebene und praktisch bewährte Konstruktionsprinzip hatte ich auch bei Feldmagneten längst angewandt und in den unten angeführten Aufsätzen mathematisch ausgearbeitet. Höhere Stromdichte in den Windungen bedingt eine örtliche Erwärmung, die nötigenfalls durch Wasserkühlung verringert werden kann. Bisher war dies überflüssig, zumal auch die Behandlung kaum über eine Viertelstunde ausgedehnt wird; beim Augenmagnet sogar meist nicht über 5 min, so daß hierbei erhebliche Strombelastungen zulässig sind, etwa bis zu 10 A/mm². Die Vorderfläche der Polspule ist — wie bei meinem Feldmagnet — konisch gestaltet, derart daß sie Auge und Hand des Operateurs möglichst wenig behindert.

Neben der stationären Anziehung erweist sich in der Praxis des Darmmagnets auch die pulsierende wichtig. Man erhält sie in einfacher

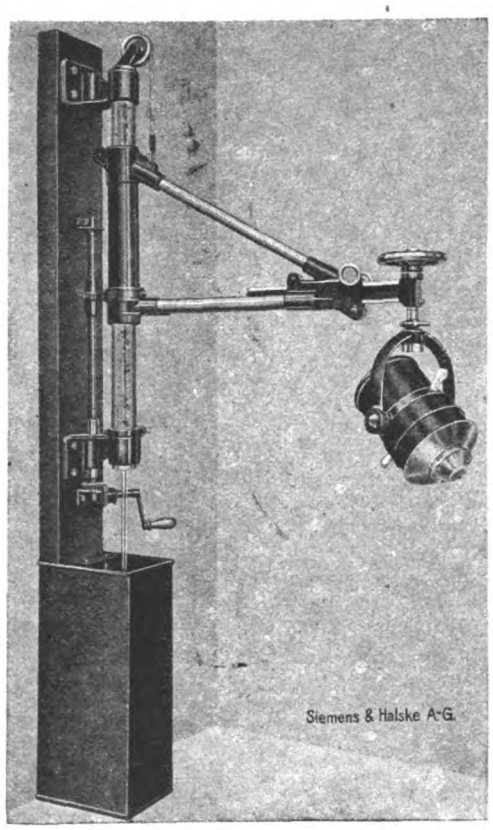


Abb. 1. Darmmagnet.

Weise, indem man mit der Hand bzw. mechanisch einen Unterbrecher betätigt, welcher den Magnet in rhythmischer Weise kurzschließt, wobei selbstverständlich ein induktionsfreier Widerstand vorgeschaltet bleibt. Dieses Verfahren erzeugt eine einfache, ausgezackte Feld-Zeit-Kurve, deren Unstetigkeiten freilich durch die Selbstinduktion des Magnets etwas gemildert werden. Die „Relaxationsdauer" der ganzen Wicklung beträgt einige Sekunden; schaltet man nur die Polspule ein, so läßt sie sich bis auf einige Zehntelsekunden verringern. Bei vielfacher Benutzung pulsierender Ströme dürfte sich eine Unterteilung des Kerns empfehlen. Es kann auch ein Vorschaltwiderstand mit elektromagnetisch rotierender Kurbel verwendet werden, welcher eine etwa 60- bis 150-mal i. d. min pulsierende, mildere und stetigere Feld-Zeit-Kurve zu erhalten gestattet. Die Periode der natürlichen Darmperistaltik beträgt bis zu 10 s; es müssen durch längere Praxis erst die zur Behandlung verschiedener Fälle geeignetsten Frequenzen, Bereiche und mehr oder weniger stetigen Wellenformen der Feld-Zeit-Kurve festgestellt werden.

Um das Magnetgewicht möglichst zu beschränken, empfiehlt es sich, den Kern nur etwa ¾ zu sättigen. Man erhält ein Minimum des Gesamtgewichts für ein Dimensionsverhältnis zwischen 3 und 4; auch der Wattverbrauch ist dann nur wenig höher als das überhaupt denkbare Minimum; er beträgt höchstens 170 × 18 Voltampere, also etwa 3 kW, bei den meisten Operationen erheblich weniger; im Hinblick auf deren kurze Dauer spielt übrigens der Aufwand an Kilowattstunden kaum eine Rolle. Dieses größte Modell wiegt rd 100 kg und hängt an einer Art ausladendem Kran (Abb. 1) über dem Operationstisch, wobei seine leichte, allseitige Beweglichkeit bei geringen Trägheitsmomenten gewahrt bleibt. Darunter befindet sich die Röntgenröhre, möglichst weit vom Magnet, um dessen Einwirkung zu verringern. Diese ist bekanntlich proportional dem „Kathodenstrom", der Feldstärke an dessen Stelle und dem Sinus des Winkels zwischen beiden Richtungen; man wird zunächst jenen drei Faktoren geringe Werte zu geben versuchen. Vielleicht gelingt es mittels Eisenpanzerung diese Schwierigkeit zu überwinden, oder durch Anordnung einer Kompensationsspule.

Ein kleineres sonst ähnliches Modell von 50 kg und 8,5 cm Durchmesser am Arbeitsende kann zur Darmbehandlung in geringeren Tiefen dienen. Zugleich bildet dieses einen kräftigen Augenmagnet. Das Bedürfnis hierfür erwächst aus der vielfach von Ophthalmologen beklagten mangelhaften Zugkraft bei tieferer Netzhautlage von Splittern aus schwächer magnetischen Legierungen — Nickelstahl u. dgl. — wie sie neuerdings oft Verletzungen bewirken[1]). Durch einen passenden Poleinsatz aus hochgesättigtem Ferrokobalt ließe sich die Zugkraft wesentlich erhöhen. Eine innere zentrierte Aushöhlung enthält ein halb versilbertes, gasgefülltes, etwa zehnwattiges Glühlämpchen, welches mit Überspannung für die kurze erforderliche Zeitdauer 15 bis 20 HK ausstrahlt. Durch eine mittels Glimmer bzw. Glasscheibchen abgeschlossene silberbelegte konische Öffnung wird das Auge stark beleuchtet. Falls die Blendung dem Auge schadet, kann sie durch Spannungsverminderung leicht gemildert werden. Die Wolframdrahtspirale hat am besten nahezu toroidische Gestalt, indem sie dann keinen mechanischen Kräften seitens des Feldes ausgesetzt ist. Übrigens ist dessen Intensität gerade innerhalb einer länglichen Aushöhlung im Magnetkern bekanntlich sehr gering[2]); eine Verzerrung bzw. Zerstörung des Glühfadens, wie sie sonst in der Nähe starker Magnetpole leicht eintritt, wurde bei der beschriebenen Anordnung nicht beobachtet. Die Verringerung der Zugkraft infolge der 5 mm weiten Ausbohrung beträgt nur Bruchteile eines Prozents und ist in dem maßgebenden Abstande von 25 mm unmerklich. Die Poleinsätze lassen sich durch Auskochen in Sodalösung wie üblich sterilisieren; der ganze Magnet befindet sich in einem glatten vernickelten Mantel, der sich behufs Sterilisierung abwaschen läßt.

---

[1]) Vgl. hierzu auch „ETZ" 1909, S. 446; 1913, S. 1438; 1915, S. 641, 668; 1917, S. 509; 1918, S. 149. D. S.

[2]) Vgl. S. P. Thompson, „The Electromagnet", London 1892, S. 374; O. Fehr, „Handb. der mediz. Anw. d. Elektr.", Bd. 2, 1911, S. 769; Graefe-Saemisch, „Handb. d. Augenheilk.", 2. Aufl., Bd. 9 Abt. 5, Leipzig 1913, S. 1235 ff. A. v. Haselberg, „Ztschr. f. ophthalm. Optik", Bd. 1, 1914, S. 99. Die recht ausgedehnte Literatur findet man in diesen Werken angeführt.

[3]) E. Payr, Münch. med. Wochenschr.", Bd. 60, 1913, S. 2601; „Arch. f. klin. Chirurg.", Bd. 106, 1914, S. 125; „Die Naturwiss.", Bd. 3, 1915, S. 891.

[4]) H. du Bois, Versl. Akad. Amsterd., Bd. 23, 1914, S. 15; „Die Naturwiss.", Bd. 3, 1915, S. 389 und „ETZ" 1915, S. 641.

[1]) Vgl. z. B. A. Rollet, „Rev. gén. d'Ophtalm." Bd. 29, 1910.

[2]) H. du Bois, „Wied. Ann.", Bd. 65, 1898, S. 16.

Digitized by Google

Die unterteilte Bewicklung gestattet in Verbindung mit einem passenden Regler eine bequeme und weitgehende Abstufung der Einwirkung. Auch hier ist gelegentlich ruckweise, mehr oder weniger rhythmische Anwendung des Feldes einer Extraktion unter gewissen Umständen förderlich.

Es empfiehlt sich, am Strommesser einen gut sichtbaren Warnungsstrich gegen Überstrom anzubringen, wenn man auch damit auf kurze Zeit nicht allzu ängstlich vorzugehen braucht.

Für dieses Modell wurde als Träger ein auf Rollen im Operationsraum verschiebbares Fahrgestell gewählt, dessen Einzelheiten aus Abb. 2 genügend ersichtlich sind. Dort schwebt

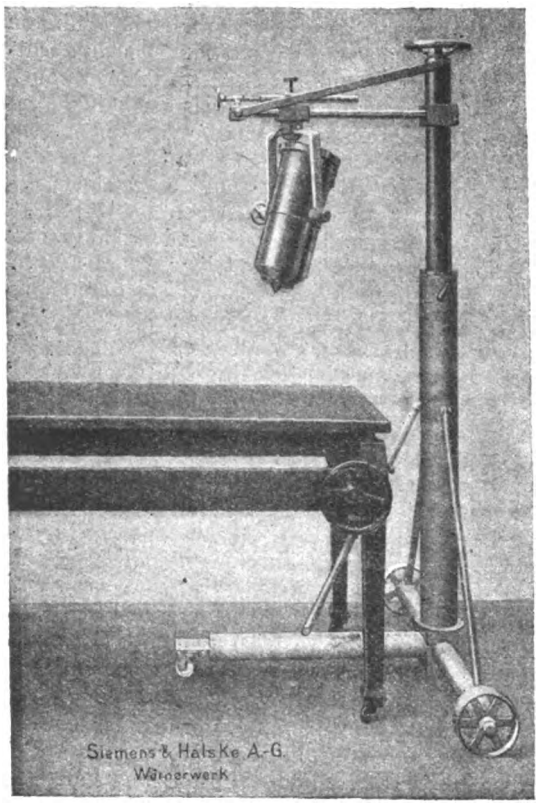


Abb. 2. Augenmagnet.

der Magnet ungefähr senkrecht über dem Operationstisch; man kann ihn ebenso gut in wagerechter Lage und zwar in Augenhöhe des sitzenden Patienten benutzen, wie es manche Augenärzte vorziehen.

Die theoretische Optimalgestalt der Polspitzen wird im folgenden Abschnitt diskutiert. Selbstverständlich kann jede sonst noch gewünschte Form derselben beigegeben werden; die Bedürfnisse der Praxis erheischen eben oft abweichende Gestaltung, wenn auch unter Verzicht auf die theoretisch denkbar allerbeste Wirkung. Auch habe ich einen biegsamen Ansatz ausgearbeitet, welcher sich an den Arbeitspol anlegen läßt; dieser besteht aus einem Bündel dünnster geglühter Eisendrähte, welches sich allmählich verjüngend in eine passende Sonde ausläuft. Gegebenenfalls kann dieses durch ein biegsames Solenoid noch besonders erregt werden; das Ganze befindet sich in einer elastischen sterilisierbaren Hülle.

Beide Modelle werden von der Siemens & Halske A. G. ausgeführt.

II. Theoretische Grundlagen.

Auf den ersten Blick handelt es sich bei alledem um eine ziemlich triviale Aufgabe. Indessen läßt sie sich doch von mehreren theoretischen Gesichtspunkten aus betrachten, die nicht ohne weiteres auf der Hand liegen; in mancher Beziehung muß sogar die ideale Anordnung nachträglich aus technischen Gründen wieder vereinfacht werden. Viele Erfahrungen mit den mehr oder weniger „geschlossenen" Feldmagneten lassen sich dabei verwerten, obwohl allerdings die Fragestellung hier wesentlich anders geartet ist. Die rein mathematischen Formeln für die Armaturgestalt sowie für die Spulenprofile und die Stromabstufung habe ich früher[1]) möglichst allgemein darzustellen versucht; es seien hier nur die wichtigsten zusammengestellt.

Nach dem klassischen Faraday-Kelvinschen Grundsatz bestimmt bekanntlich der additive Feldgradient die Zugkraft auf ein in gegebener Richtung frei bzw. zwangläufig bewegliches gesättigtes Teilchen, etwa einen ferromagnetischen Splitter mit ausgesprochener Vorzugsrichtung. Hingegen bestimmt der nicht additive Gradient des Feldquadrats, $\nabla \mathfrak{H}^2$, die Zugkraft, welcher ein dem Felde proportional magnetisierbares Körperchen, etwa eine ungesättigte ferromagnetische Kugel bzw. Pille, oder auch ein beliebig geformter para- bzw. diamagnetischer Körper unterliegt. Es werden im folgenden die nachstehenden Hauptbezeichnungen angewendet:

B, oberer Grenzhalbmesser.
D, Dichte.
G, Gewicht.
S, Flächenquerschnitt.
V, Volumen.
b, unterer Grenzhalbmesser.
b_0, Bohrungshalbmesser.
g, Schwere — Beschleunigung.
p, Parabel — Parameter.
$\mathfrak{F}$, Zugkraft.
$\mathfrak{H}$, Feldintensität.
$\mathfrak{J}$, Magnetisierung.
$\mathfrak{S}$, spezifische Magnetisierung.
$\mathfrak{r}$, Kugelradius.
α, Armaturhalbwinkel.
$\beta = B/p$, $\xi = x/\mathfrak{r}$, $\chi = x/p$ } Abkürzungen.

Für einen Punkt O in größerem Abstande x_1 gilt für einen Einzelpol (Querschnitt S,

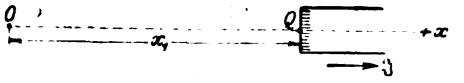


Abb. 3.

magnetische Stärke $\mathfrak{J}\mathfrak{S}$) offenbar (a. a. O. § 22) Abb. 3.

$$\mathfrak{H} = \frac{\mathfrak{J} S}{x_1^2}, \quad \mathfrak{H}^2 = \frac{(\mathfrak{J} S)^2}{x_1^4}, \quad \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x} = \frac{2 \mathfrak{J} S}{x_1^3},$$
$$\frac{\partial (\mathfrak{H}^2)}{\partial x} = \frac{4 (\mathfrak{J} S)^2}{\partial x_1^5}, \quad \frac{\partial^2 \mathfrak{H}}{\partial x^2} = \frac{6 \mathfrak{J} S}{x_1^4}.$$

Für einen zweipoligen Magnet (Abb. 4) von der Länge $2a$ gilt dagegen im Punkte O

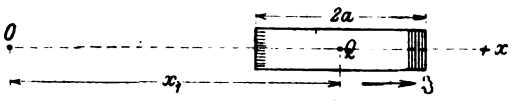


Abb. 4.

auf seiner Achse, im Abstande x_1 vom Mittelpunkt Q, sofern x_1/a genügend groß ist,

$$\mathfrak{H} = \frac{2 a (\mathfrak{J} S)}{x_1^3}, \quad \mathfrak{H}^2 = \frac{4 a^2 (\mathfrak{J} S)^2}{x_1^6},$$
$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x} = \frac{6 a (\mathfrak{J} S)}{x_1^4}, \quad \frac{\partial (\mathfrak{H}^2)}{\partial x} = \frac{24 a^2 (\mathfrak{J} S)^2}{x_1^7},$$
$$\frac{\partial^2 \mathfrak{H}}{\partial x^2} = \frac{24 a (\mathfrak{J} S)}{x_1^5}.$$

Sodann habe ich die geschlossenen Formeln entwickelt für $\mathfrak{H}$, $\partial \mathfrak{H}/\partial x$ und $\partial^2 \mathfrak{H}/\partial x^2$ in allen Punkten der x-Symmetrieachse von Einzelarmaturen in Form von paraboloidischen, sphärischen, ebenen und konischen Zonen oder deren Kombinationen. Auch für Rotationshyperboloide und Ellipsoide sind die Formeln integrierbar. Das achsiale Feld im Punkte O an der konkaven Seite einer paraboloidischen

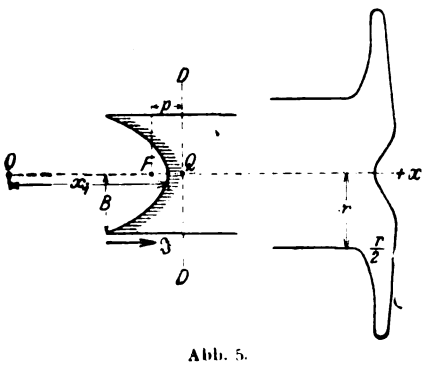


Abb. 5.

Schale (Abb. 5) wird z. B. dargestellt durch die Ausdrücke (a. a. O. § 19)

$$\mathfrak{H} = \frac{2 \pi \mathfrak{J}}{2 \chi - 1} \left[\frac{2 \chi + \beta^2}{+ \sqrt{4 \chi^2 + 4 (1 - \chi) \beta^2 - \beta^4}} \right],$$
$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x} = \frac{4 \pi \mathfrak{J}}{p (1 - 2 \chi)^2} \left[\frac{8 \chi^3 + 4 \chi^2 \beta^2 - 4 \chi \beta^2 - 6 \chi \beta^4 + 4 \beta^2 + 6 \beta^4 + \beta^6}{+ \sqrt{4 \chi^2 + 4 (1 - \chi) \beta^2 + \beta^4}^3} - 1 \right].$$

Dabei ist $x_1/p = \chi$ und $B/p = \beta$ gesetzt, wo p den Parameter bedeutet. Das Feld nimmt vom Scheitelpunkt Q an etwas zu, entsprechend einer Abstoßung, und durchläuft ein flaches Maximum; in diesem „neutralen" Punkte schwindet der Gradient und daher die Abstoßung, um sich hernach in eine Anziehung zu verwandeln, welche dann erst in größeren Abständen zunimmt, um nach Erreichung eines Höchstwertes allmählich wieder abzunehmen (a. a. O. § 20). Diese oft erwünschte Verteilung wird noch begünstigt durch die höhere Magnetisierung am Rande des Kernes im Vergleich zu dessen Mitte, welche eine Konfiguration ähnlich der bei Hohlkernen auftretenden vortäuscht (a. a. O. § 23). Wie weiter unten durch Messungen erwiesen wird, tritt ein solcher neutraler Punkt sogar noch bei einem konkaven Kugelsegment auf, obwohl die unter der üblichen Annahme völlig gleichförmiger Magnetisierung errechnete Gleichung (a. a. O. § 16) ein Feldmaximum nur am Scheitelpunkte selbst ergeben würde. Die Formeln für konvexe Kugelsegmente, wie solche wohl auch bei Augenmagneten verwendet werden, sind ziemlich kompliziert (a. a. O. §§ 15, 16, 24). Im einfachsten Falle einer Halbkugel ist

$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x} = \frac{2 \pi \mathfrak{J}}{x_1 \xi^3} \left[\frac{\xi^2 + 2}{+ \sqrt{\xi^2 + 1}} + 2 \right],$$

wo $\xi = x_1/\mathfrak{r}$ das Verhältnis des vom Kugelzentrum aus gemessenen Achsialabstandes zum Kugelradius bedeutet.

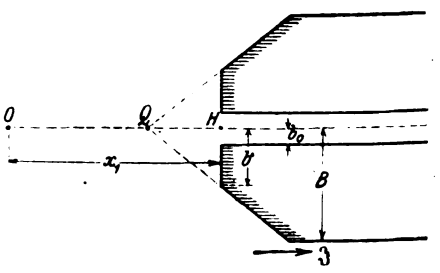


Abb. 6.

Die wichtigste Armaturform ist der abgestutzte Kegel, gegebenenfalls mit zentrierter Bohrung (Abb. 6). Erstens gelten für die ebene Stirnfläche folgende Gleichungen (a. a. O. § 13). Für das Feld $\mathfrak{H}_1$ selbst im Abstande $OH = x_1$:

$$\mathfrak{H}_1 = 2 \pi \mathfrak{J} \left(\frac{x_1}{\sqrt{x_1^2 + b_0^2}} - \frac{x_1}{\sqrt{x_1^2 + b^2}} \right);$$

für den Feldgradient

$$\frac{\partial \mathfrak{H}_1}{\partial x} = 2 \pi \mathfrak{J} \left(\frac{b^2}{\sqrt{x_1^2 + b^2}^3} - \frac{b_0^2}{\sqrt{x_1^2 + b_0^2}^3} \right).$$

Für den Gradient des Feldquadrats

[1]) H. du Bois, „Ann. d. Phys.", Bd. 32, 1910, S. 927, 942; Bd. 51, 1916, S. 577, 797.

Digitized by Google

$$\frac{\partial \mathfrak{H}_1^2}{\partial x} = 8\,\pi^2\,\mathfrak{J}^2\left(\frac{b^2}{\sqrt{x_1^2+b^2}^3} - \frac{b_0^2}{\sqrt{x_1^2+b_0^2}^3}\right)\left(\frac{x_1}{\sqrt{x_1^2+b_0^2}} - \frac{x_1}{\sqrt{x_1^2+b^2}}\right).$$

Für die Kegelfläche seien hier zweitens nur die Gleichungen angeführt, welche das Feld $\mathfrak{H}_2$ in der Kegelspitze Q bestimmen. Für andere Achsenpunkte sind sie (a. a. O. §§ 12, 13) ebenfalls berechenbar. Für den Feldwert gilt

$$\mathfrak{H}_2 = 2\,\pi\,\mathfrak{J}\sin^2\alpha\cos\alpha\ln\frac{B}{b},$$

mit einem Maximum für $\alpha = 54^0\,44'$. Für den Feldgradient

$$\frac{\partial \mathfrak{H}_2}{\partial x} = 2\,\pi\,\mathfrak{J}\sin^3\alpha\,(3\cos^2\alpha - 1)\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{B}\right),$$

mit negativem (positivem) Maximum für $\alpha = 90^0$ ($39^0\,14'$). Für den Gradient des Feldquadrats

$$\frac{\partial \mathfrak{H}_2^2}{\partial x} = 8\,\pi^2\,\mathfrak{J}^2\sin^5\alpha\cos\alpha\,(3\cos^2\alpha - 1)\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{B}\right)\ln\frac{B}{b}$$

mit negativem (positivem) Maximum für $\alpha = 74^0\,1'$ ($42^0\,11'$).

Das Gesamtfeld erhält man durch Addition von $\mathfrak{H}_1 + \mathfrak{H}_2$. Für $b_0 = 0$ findet man die Formeln für undurchbohrte Armaturen. Aus den hinzugefügten Grenzwerten folgt, daß der Optimalkegel für maximale Anziehung, entsprechend den positiven Maximis der Gradienten einen Halbwinkel — zwischen Kegelerzeugenden und Symmetrieachse — von $39^0\,14'$ bzw. $42^0\,11'$ haben soll. Und zwar eignet sich ersterer Wert für gesättigte Körperchen in kleineren Entfernungen, wie sie meistens beim Augenmagnet vorliegen; letzterer für ungesättigte Pillen oder sonstwie gestaltete „Einläufe" in größeren Abständen, wie beim Darmmagnet. Die abgestutzte Stirnfläche liegt am besten in einer Entfernung QH (Abb. 6) von der Kegelspitze, gleich der Tiefe des anzuziehenden Objekts unter der äußeren Begrenzung des Auges bzw. der Bauchdecke. Für verschiedene Tiefen bedarf man demnach unter Umständen eines Satzes passend abgestutzter Polspitzen. Mit einem mittleren Halbwinkel von 40 bis 41^0 wird man offenbar beiden Fällen gerecht. Es empfiehlt sich übrigens, die Stirnfläche ebenfalls stumpf konisch zu gestalten, wobei der Halbwinkel etwa 80^0 betragen sollte, damit die Teilchen die unbequeme Tendenz verlieren, nach dem Rande zu streben. Die Achse bildet nämlich eine stabile Bahn für ferromagnetische Teilchen nur dann, wenn die zweite Querderivierte des Feldes, $\partial^2\mathfrak{H}/\partial y^2$, negativ ist, wie das a. a. O. § 72 näher ausgeführt ist[1]).

Bei Darmmagneten handelt es sich öfter darum, einen Zug tangential zur Bauchdecke auszuüben. Zu diesem Zwecke wurde ein unsymmetrischer, hufförmiger „Schleppol" entworfen. Abb. 7 und 8 stellen diesen dar; BB sei der schematisierte Querschnitt der Bauchdecke, D derjenige des mit ungesättigtem, ferromagnetischem „Einlauf" beschickten Darmes, auf den nun eine Zugkraft in der Pfeilrichtung DP ausgeübt werden soll. Es läßt sich zeigen, (a. a. O. § 74, Gl. 84*), daß in diesem Falle ein ebenso gerichteter Maximalgradient des Feldquadrats erhalten wird, wenn die wirksamen Polelemente auf einen Flächenstreifen EQ von der Breite $2c$ liegen, welcher mit DP einen Winkel $\alpha = 65^0\,54'$ = arctg 2,5 bildet; es ist in diesem Falle

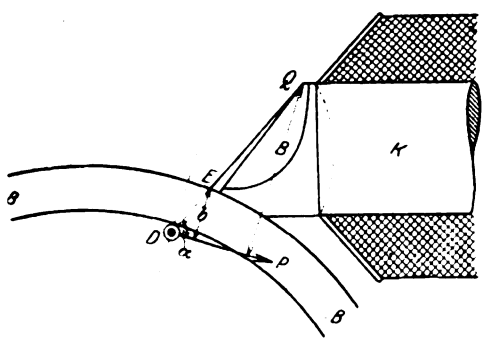


Abb. 7. Schleppol.

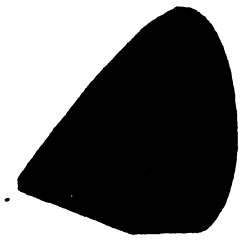


Abb. 8. Schleppol.

$$\nabla\mathfrak{H}^2 = \frac{8\,c^2\,\mathfrak{J}^2\sin^5\alpha\cos\alpha}{b^3}\left(1 - \frac{b}{B}\right)\left(1 - \frac{b^2}{B^2}\right),$$

wobei der Klammerfaktor meistens nahe gleich eins ist; $\mathfrak{H}^2$ ist hier als skalares Produkt $\mathfrak{H}\,.\,\mathfrak{H}$ aufzufassen. Es ergibt sich hieraus dann die abgebildete günstigste Gestalt des Schleppols im Anschluß an den runden Magnetkern K.

Im Anschluß hieran wurden (a. a. O. §§ 69—72) auch Formeln für Kegelarmaturen hergeleitet, von denen nur ein mehr oder weniger ausgedehnter Sektor in Wirkung tritt, während das übrige sich an unzugänglichen Stellen, z. B. innerhalb des menschlichen Körpers — befinden würde. Auch wurde der Einfluß einer vorgelegten Polspule rechnerisch untersucht, wie sie gelegentlich bei Zugmagneten angebracht worden sind, zumal sie auch die Erregung günstig beeinflussen. Leider erschweren sie, namentlich bei senkrechter Frontflansche, die Übersicht meistens in einer besonders bei Augenoperationen unzulässigen Weise.

Die mitgeteilten Formeln fußen wie gesagt sämtlich auf der üblichen Annahme gleichförmiger Magnetisierung der Armaturen. Ich habe s. Zt. auch eine Rechnung in zweiter Annäherung durchgeführt (a. a. O. §§ 40—47), welche für die durch Armaturenpaare erzeugten Felder demgegenüber Überschüsse von der Ordnung 10% ergibt, wie sie auch die Messung bestätigt. Die für den vorliegenden Zweck in Frage kommenden ungeschlossenen Kerne mit Einzelarmaturen verhalten sich wesentlich anders, und dürfte es sich hier im Gegenteil meistens um ein Defizit handeln. Bei gleichförmigem Erregerfelde, wie es praktisch übrigens nicht einmal vorliegt, zeigt bekanntlich nur ein Ellipsoid gleichförmige Magnetisierung. Zu bemerken ist, daß die Gestalt der Abb. 6 einer Ellipse schon etwas ähnelt, zumal wenn die Stirnfläche auch stumpf konisch ist und der Zylindermantel sich nach dem Ende zu verjüngt, wie bei den Feldmagneten üblich, und außerdem die Kanten etwas abgerundet sind. Bei einem Zylinder divergieren die Induktionslinien gegen ebene Stirnflächen, konvergieren jedoch gegen eine schärfer konische Zuspitzung[1]).

Vom konstruktiven Standpunkt ist noch der Einfluß einer sich ähnlich bleibenden Größenänderung eines Elektromagnets festzustellen. Bei n-fachen Linearabmessungen ändert sich das Eisengewicht wie n^3; die Amperewindungszahl muß bekanntlich wie n variieren; bei gleicher Stromdichte führt das zum n^2-fachen Kupfergewicht (das n^3-fache entspricht einer Stromdichte $1/n$) zum n^2-fachen (bzw. n-fachen) Wattverbrauch. Man erhält nun in entsprechenden Punkten in der Umgebung ähnlicher Magnete gleiche Feldwerte, daher $1/n$-fache Gradienten und Anziehungen gesättigter wie ungesättigter Partikel. Dagegen variiert in gegebener, nicht zu geringer Entfernung die Anziehung gesättigter (ungesättigter) Körper n^2-fach (bzw. n^4-fach); letztere Beziehung bildet einen bei der Vergrößerung attraktorischer Magnete recht günstigen Umstand, im Gegensatz zu der bekanntlich sehr unvorteilhaften Vergrößerung von Feldmagneten, die in der Feldstärke nur logarithmisch zum Ausdruck kommt.

(Schluß folgt.)

[1]) An diese Betrachtungen für Rundarmaturen reihen sich auch solche für prismatische Armaturen, wobei Abb. 6 dann ein zweidimensionales Normalprofil darstellt. Sie sind (a. a. O. §§ 38, 39) durchgeführt und ergeben charakteristische Winkel, die kleiner sind, als die entsprechenden für drehrunde Armaturen. Sie spielen namentlich eine Rolle bei Erzscheidern mit „Walzenmagneten", kannelierten (geriffelten) „Polringen". Polschneiden und Sternlamellen. Es tritt hier stets ein fein geripptes Hauptorgan auf, dessen Profil sich theoretisch bestimmen läßt.

[1]) H. du Bois, „Ann. d. Phys.", Bd. 42, 1918, S. 988.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.[1])

Nr. 121.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist das folgende System von Meßwandlern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihm das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System $\boxed{\mathfrak{Z}}$, Stromwandler für einphasigen Wechselstrom, Form NJ 11, hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken in Berlin.

Charlottenburg, den 15. Februar 1918.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
gez. E. Warburg.

Beschreibung.

System $\boxed{\mathfrak{Z}}$, Form NJ 11.

Stromwandler für einphasigen Wechselstrom der Siemens-Schuckertwerke in Berlin.

Die Stromwandler der Form NJ 11 können für die auf ihrem Leistungsschild vermerkte Frequenz in dem Bereich von 40 bis 60 Per/s, für primäre Stromstärken von 0,5 bis 600 A und für die Höchstbelastung des Sekundärkreises von 15 VA beglaubigt werden.

Die Wandler gehören der Form der Manteltransformatoren an, das Eisen mit den Wicklungen ist mit dem Bolzen O an dem Gußdeckel G des Gehäuses R befestigt (Abb. 1).

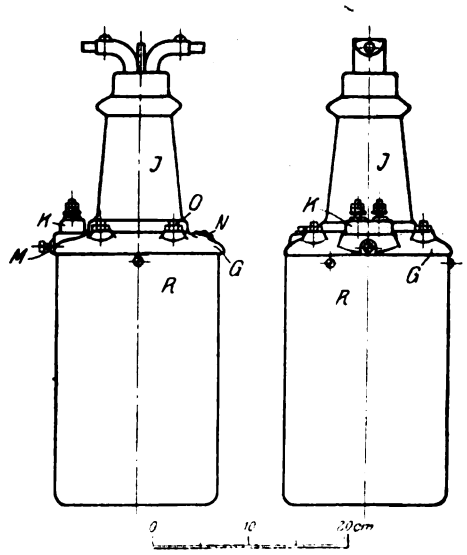


Abb. 1

An dem Deckel sind angebracht: der Hochspannungsisolator J, die Sekundärklemmen K, die Erdungsschraube M und das Leistungsschild N.

[1]) „Zentralblatt für das Deutsche Reich" 1918, S. 113

Digitized by Google

Der Deckel wird an dem Gehäuse durch mehrere Schrauben seitlich festgehalten, von denen zwei plombierbar sind. Das Gehäuse ist mit einer festen Isoliermasse ausgegossen.

Die Wandler sind für Betriebsspannungen bis 12 000 V bzw. 15 000 V (Serie III der Richtlinien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für die Konstruktion und Prüfung von Hochspannungsapparaten) isoliert.

Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke.[1])

Aus dem Verhandlungsstoff der 58. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure 1917 verdient der Vortrag Prof. Dr. Klingenbergs über diese, unsere Zeit besonders bewegende Frage weiteste Beachtung. Unsern Lesern ist dieser Gegenstand neuerer Forschung bekannt, u. a. durch die früheren Hinweise auf den Aufsatz Biedermanns „Kohlennutzung mit Gewinnung von Nebenerzeugnissen im Kraftwerksbetrieb“[2]) und auf Dr. Scheuers Arbeit „Gewinnung und Verwertung von Nebenerzeugnissen usw.“[3]). Weitere ausführliche Arbeiten gibt der Vortrag Trenklers „Die Nebenproduktengewinnung aus Generatorgas und ihre Beziehung zur Krafterzeugung“[4]) wieder. Die von Klingenberg an den Anfang seines Vortrages gestellten Mitteilungen über die Eigenschaften der zu verarbeitenden Brennstoffe, die Marktverhältnisse für die Nebenerzeugnisse, die z. Z. üblichen Arbeitsverfahren sowie ihre Betriebsgrundlagen und -ergebnisse in den wichtigsten Zahlen sind zum Teil auch in den erwähnten Abhandlungen und sonstigen neueren Schriftwerken enthalten, auch vom Verfasser angezogen worden und können daher hier kurz behandelt werden.

Bei Betrachtung der Marktentwicklung kommt Klingenberg zu dem Ergebnis, daß zwar die Entstehung neuer Verarbeitungsweisen und die weitere Ausbreitung der bestehenden möglich, aber bei wesentlicher Mehrerzeugung die Absatzgelegenheit und die Preisbildung mindestens unsicher ist. Besonders dem schwefelsauren Ammoniak als Düngemittel erwächst ein stark preisdrückender Wettbewerb durch Stoffe, welche die Pflanzen zur Stickstoffaufnahme befähigen müssen, wie Phosphorverbindungen und Kalisalze, ferner durch Kalkstickstoff und vor allem durch die nach dem Haberschen Verfahren erzeugten Stickstoffverbindungen. Die im Kriege entstandenen riesenhaften Stickstoffwerke dürften in Zukunft den Markt beherrschen und dem schwefelsauren Ammoniak kaum seine bisherigen Preise lassen, zumal bei etwaigen staatlichen Wirtschaftsmaßnahmen die auf Verbilligung gerichteten Wünsche der Landwirtschaft nicht leicht ohne Einfluß sein dürften.

Nach kurzem Überblick über die Entgasungsverfahren (Kokerei und Gasanstalten) geht Klingenberg auf die Vergasungsanlagen und die an Bau und Betrieb der Gaserzeuger zu stellenden Anforderungen ein. Bei Nebenerzeugnisbetrieben muß der Vergaser ein Gas von hohem Heizwert bei niedriger Temperatur abgeben. Letztere ist zum Schutz der Teer- und Ammoniakverbindungen gegen Zersetzung auch in der Kohlenschicht nicht zu überschreiten. Ferner ist der angeschlossenen Kraftbetriebe wegen eine gleichmäßige, gute Gasbeschaffenheit Bedingung sowie hoher Wärmewirkungsgrad erforderlich. Die Asche muß leicht zu beseitigen und der Vergasergang ohne viel Bedienung, möglichst mit Maschinenkraft so zu leiten sein, daß keine Schlackenverstopfungen und kein teilweises Durchbrennen eintritt. Gleichzeitig verlangt man hohen Durchsatz bei geringen Anlagekosten.

Von meist entscheidendem Einfluß ist hierbei die Brennstoffbeschaffenheit, Schlackenbildung usw. Leider gibt es in Deutschland sehr viele Kohlensorten, denen deswegen mit der Vergasung nicht beizukommen ist. Wegen der begrenzten, im Betriebe beherrschbaren Vergaserquerschnitte liegt die Leistung einer Einheit zwischen 650 und 1030 kW gegenüber 3000 bis 5000 kW einer Dampfkesseleinheit, was Klingenberg als einen der wesentlichsten Mängel von Vergasungsanlagen für Großbetriebe hervorhebt. Heutigentags bringt die Bedienung, Bekohlung usw. der deswegen nötig werdenden vielgliedrigen Anlagen noch große Schwierigkeiten, Kosten und Abhängigkeit von der Ausbildung der Arbeiter mit sich.

Für die Wärmewirtschaft eines Vergasers ist sein Bedarf an Zusatzdampf wichtig, den man möglichst mit der Eigenwärme des Vergasers zu erzeugen trachtet. Die Brennstoffeigenschaften setzen hier schnell eine Grenze, besonders bei Steinkohlen. Klingenberg untersucht diese Verhältnisse an Beispielen ausgeführter Mondgasanlagen, um für die weiteren Berechnungen maßgebende Grundzahlen zu finden.

Das Hauptgewicht seiner Arbeit liegt in den nun folgenden vergleichenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen der drei Kraftwerksarten:

A. Dampfturbinen mit kohlengefeuerten Kesseln,
B. Dampfturbinen mit gasgefeuerten Kesseln und Nebenstoffanlage,
C. Gasmaschinen mit Nebenstoffanlage.

Infolge der, wie erwähnt, unsicheren und nach dem Krieg eher fallenden als steigenden Nebenstoffpreise und des noch nicht klar übersehbaren Ausbringens an Teer und schwefelsaurem Ammoniak sind die Rechnungen ferner nach folgenden verschiedenen Voraussetzungen für den Gesamterlös auf die Tonne durchgesetzter Kohle aufgestellt:

I. 6.44 M/t (mäßige Ausbeute, schlechte Preise),
II. 12,— M/t (gute Ausbeute, gute Preise),
III. 17,56 M/t („ „ sehr hohe Preise).

Dann ist durchweg möglichst zugunsten der Vergasungsbetriebe gerechnet worden, was man auch beim Vergleich mit anderen Arbeiten auf diesem Gebiet finden wird. Hinsichtlich des Stickstoffgehalts der Kohlen gibt jedoch Dr. Scheuer höhere Grenzzahlen[1]) an. Für die praktische Geltung der Rechnungen sind aber zweifellos Klingenbergs Annahmen noch recht günstig (1 bis 1,5% N-Gehalt der Steinkohle, davon 68% Ausbeute, 12% Leerlaufsverbrauch der Vergaser, 70% Vollastwirkungsgrad, 50 kg Teer auf 1 t Kohle, 2,2 kg Zusatzdampf für 1 t Kohle, wovon 0,8 kg durch Vergaserwärme, bei Gasmaschinen 1 kg durch Abwärme, der Rest durch besondere Kessel erzeugt wird). Die Spitzenbelastung des untersuchten Kraftwerks ist zu 100 000 kW angenommen und die Leistung in Turbinensätze von je 20 800 kW oder Gasmaschinen von je 6100 kW unterteilt. Bei letzteren ist also auch an eine verhältnismäßig höhere Grenze gegangen als bei den Dampfturbinen, um die Anlagekosten zu drücken. Immerhin weist das Gasmaschinenwerk 22 Sätze auf gegen 6 beim Dampfkraftwerk. Die Größenbemessung des Werkes dürfte wohl für Vergasungsbetrieb einen lediglich der Berechnung dienenden, akademischen Wert darstellen, dessen wirklicher Ausführbarkeit mehr als ein Umstand entgegensteht. Daß die neueren, leistungsteigernden Lade- und Spülverfahren zwar erwähnt, aber nicht berücksichtigt sind, ist aus der Vorsicht in der Benutzung der Unterlagen erklärlich, allerdings sind beim Vergaserbetrieb selbst noch weniger zweifellos feststehende Annahmen gemacht, was der Verfasser auch nicht in Abrede stellt. Auch bei den zum Vergleich gestellten Dampfturbinen ist nicht mit allen neuesten Verbesserungen der Wärmewirtschaft gerechnet. Der Wärmeverbrauch bei Vollast ist gesetzt gleich

4360 Kal/kWh für Dampfturbinen, bei Leerlauf 13% davon,
3570 Kal/kWh für Gasmaschinen, bei Leerlauf 45% davon,

einschließlich der Hilfsbetriebe, ohne die Zusatzdampferzeugung. Man wird nicht sagen können, daß hier zuungunsten der Gasmaschinen gerechnet sei. Es ist aber darauf hingewiesen, daß die Gasmaschinen sich durch ihre großen, teuren Gesamtanlagen, Empfindlichkeit gegenüber der Gaszusammensetzung, hohe Ansprüche an Bedienung, Ausbesserung und Schmierung, Erschütterung der Grundmauerungen und kleine Überlastbarkeit unvorteilhaft von den im Betrieb so bequemen Dampfturbinen unterscheiden, und es ist die daraus entspringende Abneigung gegen Großgasmaschinen erwähnt. Es kommt vor, daß Betriebsleiter großer Kraftwerke mit Gasmaschinen bei Neuanlagen sich wieder der Dampfturbine zuwenden trotz der geringeren Wärmeausnutzung, was wohl Klingenbergs Ausführungen zu diesem Punkt augenfällig belegt.

Die Ermittlung des Wärmeverbrauchs für Teillasten geht den von Klingenberg in seinem Werk „Der Bau großer Elektrizitätswerke“ angegebenen Weg. Zu beachten ist, daß unvollständige und schwankende Belastung beim Vergasungsbetrieb verhältnismäßig höhere Wärmeverluste, womöglich auch verringerte Nebenstoffausbeute bedingt und an die Betriebsführung der Vergaser unter Umständen schwer erfüllbare Forderungen stellt. Dies ist von Klingenberg absichtlich zugunsten der Vergasung übergangen worden. Vorsicht bei etwaiger Verwertung seiner Endzahlen zu Entwürfen und anderen Vergleichsrechnungen ist daher zu empfehlen.

Zunächst ergibt sich nun, daß der Steinkohlenverbrauch bei einem erfahrungsgemäßen Belastungsfaktor von 0,25 den Verbrauch eines Dampfturbinenwerks (Fall A) bei Nebenerzeugnisgewinnung und

B. Gasfeuerung der Kessel um 150%
C. Gasmaschinenbetrieb um 40%

übersteigt, wenn man eine bestimmte, gleiche Anzahl Kilowattstunden als feststehende Grundlage nimmt. Dies veranlaßt Klingenberg zu der beachtenswerten Feststellung:

„Die immer wieder vorgebrachte Behauptung, die unmittelbare Verfeuerung der Kohle unter Verzicht auf die Gewinnung der Nebenprodukte stelle eine ungeheure Verschwendung von Brennstoffen und Nationalvermögen dar, ist hiernach irreführend. Es werden zwar in der Kohle enthaltene bedeutende Werte vernichtet; dem steht aber eine fühlbare Schonung unserer Kohlenvorräte gegenüber.“

„Mit Schlagworten sollten Fragen von so weitgehender wirtschaftlicher Tragweite nicht behandelt werden. Es bedarf vielmehr der eingehenden Arbeit des Wirtschaftstechnikers, der von Fall zu Fall festzustellen hat, ob und in welchem Maße sich die Gewinnung der Nebenprodukte wirtschaftlich rechtfertigen läßt, und wie die Betriebe gestaltet werden können, damit ihre Ausnutzung lohnend wird.“

Dies sind wichtige Grundwahrheiten in der Nebenerzeugnisfrage, welche im Hinblick auf unsere Zukunft und unsern Kohlenbesitz, besonders an Braunkohle, zu größter Vorsicht mahnen, zumal bei den ungeheuren Kohlenumsätzen unserer neuen chemischen Kriegsbetriebe. Sie weisen über diese Frage hinaus von der mittel- und westdeutschen Kohlenelektrizitätserzeugung hinweg nach den großen Wasserkräften.

Der Betriebskostenberechnung legt Klingenberg Errichtungskosten für Dampfturbinenkraftwerke von 180 M/kW für Fall A, 170 M/kW für Fall B zugrunde, welche Zahlen für Preise von 1914, größte Anlagen und ausschließlich der hier belanglosen Transformierungseinrichtungen zutreffen dürften. Die Minderkosten für B entstehen aus der Gasfeuerung der Kessel. Für Gasmaschinen-Kraftwerke sind 240 M/kW, ein recht knapper Betrag, eingesetzt. Unter weiterer Berücksichtigung der Anlagen für die Gaserzeugung, Nebenerzeugnisse und Zusatzdampf werden die Anlagekosten für das betrachtete Werk mit:

A. Dampfturbinen ohne Nebenstoffgewinnung = 22,5 Mill. M,
B. Dampfturbinen mit Nebenstoffgewinnung = 46,2 Mill. M,
C. Gasmaschinen mit Nebenstoffgewinnung = 47,6 Mill. M.

angegeben. Es leuchtet ein, daß die Betriebskosten, welche Klingenberg für verschiedene mittlere Nutzleistungen (Belastungsfaktoren), verschiedene Wärmepreise und Nebenstofferlöse hiernach unter Benutzung anerkannter Einheitswerte errechnet, bei den Anlagen B und C durch den Kapitaldienst schwer belastet werden. Trotzdem zeigen die Ergebnisse aber, und der Verfasser betont es ausdrücklich, daß die Wirtschaftlichkeit bei Nebenerzeugnisgewinnung weit stärker vom Kohlenpreis abhängt als bei gewöhnlichen Anlagen. Die Vergasung ist also kein Mittel, um der Kohlensteuer zu begegnen, sondern kann durch diese eher ertraglos gemacht werden. Der große Einfluß, den ferner der Erlös aus den Nebenstoffen ausübt, führt zu der auffallenden Tatsache, daß die Jahresausgaben bei niedrigen Wärmepreisen mit abnehmender Nutzleistung steigen infolge des Einnahmeausfalls für die geringere Nebenstofferzeugung. Der Fall ist denkbar, daß die Nebenstoffe mehr einbringen als die Kohlenkosten, daß man also unter Umständen den Strom umsonst erzeugen könnte. Welche Wirklichkeitsbedeutung dieser Überlegung zukommt, wird von den zukünftigen Preisverhältnissen abhängen, die, wie oben erwähnt, keine Aussichten auf diesen Zustand eröffnen. Die von Klingenberg ermittelten Schaubilder zeigen, unter welchen Verhältnissen jede der 3 Betriebsarten am vorteilhaftesten ist und ergeben folgende Schlußfolgerungen:

Ist die Preislage für Nebenerzeugnisse schlecht, so ist Gasmaschinenbetrieb stet

[1]) Nach G. Klingenberg, „Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing.“ 1918, S. 1 ff.
[2]) Vgl. „ETZ“ 1916, S. 67; „Verkehrstechn. Woche“ 1916, S. 25 ff.
[3]) Vgl. „ETZ“ 1916, S. 64; „Glasers Annalen“, Bd. 73, 1915, S. 209 ff.
[4]) „Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.“ 1918, S. 85 ff.

[1]) „Glasers Annalen“, Bd. 73, 1915, S. 209 ff.

Digitized by Google

ungünstiger als Dampfbetrieb. Je geringer der Nebenstofferlös ist, desto mehr Berechtigung hat die unmittelbare Verbrennung. Die Grenze liegt etwa bei einem Erlös von 6,50 M/t vergaster Kohle bei einem theoretischen Kohlenpreis von 6 M/t. Hieraus folgert der Verfasser, daß für deutsche Steinkohle mit ihrem niedrigen Stickstoffgehalt überhaupt keine Nebenerzeugnisanlagen wirtschaftlich lebensfähig wären. Selbst bei mittlerem N-Gehalt wäre noch das Fortbestehen der früheren Teer- und Sulfatpreise Bedingung, unter Umständen durch gesetzliche Einwirkung.

Bei Kohlenpreisen unter 14 M/t verdient die Nebenstoffgewinnung in Verbindung mit Dampfturbinen den Vorzug vor Gasmaschinenbetrieb.

Bei Kohlenpreisen über 14 M/t und einem Nebenstofferlös von mindestens 10 M/t Kohle kommt man ins Wirtschaftlichkeitsgebiet der Gasmaschine. Aber auch hier sind die Aussichten beschränkt, indem eine weit höhere Durchschnittsbelastung Bedingung ist, als Kraftwerke unter gewöhnlichen Verhältnissen aufweisen. Z. B. besteht bei 12 M/t Kohle an Nebenstoffeinnahme erst eine Überlegenheit, wenn die Durchnittsbelastung 60% ist. Ein Belastungsfaktor von unter 40% wäre erst bei mehr als 18 M/t an Nebenstoffeinnahme zulässig, also unter sehr zweifelhaften Voraussetzungen.

Hier müßte man ferner hinzufügen, daß Anlagen zur künstlichen Erhöhung des Belastungsfaktors, z. B. chemische oder metallurgische Ausgleichsbetriebe zu einer Verschwendung der Kohle führen würden, da man, soweit irgend angängig, solche Betriebe an die Wasserkräfte verlegen sollte.

Die unmittelbare Verfeuerung der Kohle ist für alle Betriebsverhältnisse und tatsächlich vorkommenden Kohlenpreise am wirtschaftlichsten, wenn die Nebenerzeugnisse unter 8 M/t Kohle abwerfen.

Die wirtschaftlich erforderliche hohe Ausnutzung der Kraftwerksleistung kann bei einem einzelnen Werk, wie es Klingenberg in Rechnung stellt, nur in wenigen Sonderfällen erzielt werden. Ob durch Abspaltung von Spitzenkraftwerken, welche selbst wieder wirtschaftlich unsicher sind, die nötige hohe Grundbelastung zu Stande kommt, ist zu bezweifeln.

Unter den dann folgenden Anwendungsbeispielen zu den errechneten Schaulinien finden sich auch kurze Bemerkungen über die Braunkohlenvergasung, welche ebenso wie meist in den sonstigen hier erwähnten einschlägigen Abhandlungen leider nur gewissermaßen als Anhängsel behandelt wird. Danach liegen die Einnahmen aus den Nebenstoffen hierbei, bezogen auf gleiche Heizwerte, also auf je 3 t Braunkohle (entsprechend 1 t Steinkohle), zwischen

5,90 und 17,50 M gegenüber
6,40 „ 12,00 M bei Steinkohle.

für schlechte Ausbeute, schlechte Preise und gute Ausbeute, gute Preise. Ändern sich also in Zukunft die Preisverhältnisse nicht, so bietet die Braunkohlenvergasung vielleicht etwas günstigere Möglichkeiten. Bei ihr spielt besonders die Teerausbeute (Tieftemperaturarbeit) eine Rolle, unter Umständen mehr als das schwefelsaure Ammoniak. Um so unerforschter und schwankender sind jedoch gerade nach dieser Richtung die Verhältnisse, außerdem auch bezüglich des Verhaltens der Braunkohle im Vergaser. Klingenberg sieht daher von der Aufstellung entsprechender Berechnungen und Richtlinien ab. Sollten die schwebenden Verbesserungen des Braunkohle-Vergasungsverfahrens Erfolg haben und die Teerausbeute den erhofften Wert erlangen zur Gewinnung von Schmier- und Treibölen, und gelingt es, durch die von Klingenberg in größtem Maßstab vorgeschlagene Verkupplung großer, auf den Gruben gelegener Kraftwerke, die Durchschnittsbelastung der Vergasungskraftanlagen auf mehr als 60% zu steigern — kleine Anlagen scheiden überhaupt für Vergasungsbetrieb aus —, so ist ein wirtschaftlicher Vorteil zu erhoffen, den der Verfasser nach der Verhältniszahl nur gering (3%), für weitreichende Landes-Elektrizitätsversorgung aber im reinen Geldbetrag doch recht beachtenswert veranschlagt, für Preußen 6 Mill. M, für Deutschland 8,5 Mill. M.

Zum Schluß finden wir eine Darstellung der deutschen Kohlennutzung 1913 nach der Möglichkeit, die Nebenerzeugnisverfahren auf sie anzuwenden. Klingenberg unterscheidet 4 Gruppen der Kohlenverarbeitung:

I. Teilweise Nebenstoffgewinnung vorhanden (Kokereien, Gaswerke);
II. Nebenstoffgewinnung teilweise aussichtsvoll (öffentliche und nichtöffentliche Elektrizitäts- und Kraftanlagen);
III. Teilweise Nebenstoffgewinnung möglich, aber kaum lohnend (verarbeitende Industrie, Bahnen, Schiffahrt, Hausbrand);
IV. Nebenstoffgewinnung ausgeschlossen (Landwirtschaft, Ausfuhr usw.).

An Stelle der Betriebe unter I Vergasungsanlagen zu setzen, um deren höherer Ammoniakausbeute willen, hat enge Grenzen infolge der Unentbehrlichkeit größter Koksmengen. Allgemeiner Ersatz des Hausbrands durch Gasheizung scheitert vorläufig an der dann notwendigen Bemessung der Vergasungsanlagen nach den Winterspitzen, mithin ungenügender Durchschnittsausnutzung der Anlagewerte, worin Klingenberg vielleicht etwas zu ungünstig sieht. Die Aufspeicherung des Gases bezeichnet er als aussichtslos, ebenso die Fernverteilung, hier verdiene die Aufspeicherung und Beförderung der Wärme in Form von Koks den Vorzug.

Unter II (Elektrizitätswerke) kommen nur große für Nebenstoffgewinnung in Frage und hiervon auch nur solche mit mindestens 60% Belastungsfaktor, also vorwiegend chemische Großbetriebe. Da deren jetzige, ungewöhnliche Entwicklung nach dem Kriege wohl einen längeren Stillstand zeitigen wird, dürfte also die neue Arbeitsweise wenig Eingang finden. Der Verfasser rechnet aber außerdem auch metallurgische und keramische Ofenbetriebe mit.

Im Verkehrswesen könnte die Elektrisierung von Bahnen der Kohlenvergasung ein Anwendungsgebiet erschließen, jedoch nur für einen verhältnismäßig kleinen Teil unserer Kohlenförderung.

Nach diesen Überlegungen schätzt Klingenberg die noch der Nebenstoffgewinnung zugänglichen Kohlenmengen auf rd 11 Mill. t Steinkohle — Braunkohle ist hier also nicht berücksichtigt —, d. h. 6% der Gesamtförderung von 1913 ausschließlich der jetzt schon auf Nebenerzeugnisse verarbeiteten Mengen, vorausgesetzt, daß keine Senkung der Marktpreise besonders für Stickstoffverbindungen eintritt. Als Wert des gewinnbaren Teers und Sulfats gibt er etwa 90 Mill. M an, also eine für unsere Volkswirtschaft nicht eben ausschlaggebende Summe. Hieran knüpft Klingenberg sein Endurteil, daß immerhin die Vergasungsfrage sorgfältige technische und wirtschaftliche Arbeit wert sei, daß man sich aber von vielen übertriebenen Hoffnungen frei machen müsse. Wir stehen noch am Anfgng der Sache. Vorurteile, die man gegen die Vergasung der Kohlen auf Schritt und Tritt grade in der Industrie trifft, sollten durch gemeinsame Arbeit der letzteren mit den staatlichen Stellen überwunden werden, die zur Sicherung unserer Unabhängigkeit vom Ausland an der Nebenerzeugnisgewinnung stark interessiert sein dürften. In der Tat findet man auch auf Seiten mancher Behörden einen weit unternehmenderen Standpunkt gegenüber der Vergasungsfrage. Klingenberg empfiehlt die Untersuchung der deutschen Kohle in bezug auf ihre Verarbeitbarkeit auf Nebenerzeugnisse. Die kürzlich gegründete „Brennkrafttechnische Gesellschaft" in Berlin scheint Fortschritte im Sinne des Verfassers zu versprechen. Vor weiterer Erforschung dieses Gebiets sollte man aber noch keine eingehenden, umfangreichen Entwürfe auf der Nebenstoffgaserei aufbauen, wenn man eine Verwirklichung in absehbaren Fristen im Auge hat.

Kohlensteuer und Elektrizitätswirtschaft in Österreich.[1])

Der kürzlich in Österreich eingebrachte Gesetzentwurf über eine neue Kohlensteuer kann nicht ohne Wirkung auf die Elektrizitätswirtschaft bleiben. Es wird in dem Entwurf bereits darauf hingewiesen, daß die Kohlensteuer auf die Elektrizitätsverbraucher abgewälzt werden kann, und es wird dabei ein Unterschied gemacht zwischen Verbrauchern von Elektrizität aus Werken, die mit Kohle geheizt werden, welche den Werken erst zugeführt wird, und solchen Verbrauchern von Elektrizität aus Werken, die ihre Kohlen unmittelbar an der Grube verfeuern. Eine dritte Gruppe der Verbraucher, die von der neuen Steuer verschont bleiben, bilden die Abnehmer von Wasserkraftwerken.

Über die Schwierigkeiten, die hieraus entstehen können, äußert sich Dr. Schreiber in der „Neuen Freien Presse":

In der Kohlensteuer prägt sich eine Begünstigung der elektrischen Energie aus, die nicht aus Kohle erzeugt wird. Der Gesetzentwurf nimmt allerdings auf die steuerbegünstigte Erzeugung von Elektrizität aus Kohle insofern Rücksicht, als die Regierung ermächtigt werden soll, solche Kohle steuerfrei oder steuerbegünstigt zu behandeln, die an der Fundstelle verfeuert wird. Diese Bevorzugung muß aber auf den Strompreis zurückwirken u. zw. um so merklicher, als das Gesetz es dem Lieferer elektrischer Energie gestattet, die Kohlensteuer auf den Abnehmer abzuwälzen. Dieser Fall ist nur als Übergangsbestimmung für solche Stromlieferungsverträge gedacht, die bei Inkrafttreten des Gesetzes bereits laufen. Diese Übergangsbestimmung ist offenbar von der Absicht geleitet, daß bei neuen Stromlieferungsverträgen die Abwälzung der Kohlensteuer auf den Verbraucher ohne weiteres zulässig ist. Hierin scheint eine Unvollkommenheit des Gesetzentwurfes zu liegen, die leicht zu einer unrichtigen Auslegung führen kann, wenn nicht der Ausdruck „bestehende Verträge über Lieferung von elektrischer Energie" genau umschrieben wird. Es müßte gefordert werden, daß unter „bestehenden Stromlieferungsverträgen" nicht nur der Einzelvertrag zwischen Lieferer und Abnehmer, sondern auch der Tarifvertrag zwischen dem Unternehmer (Straßenbahnverwaltung) und der konzessionierenden Gemeinde zu verstehen ist. Andernfalls könnte dies zu der Unregelmäßigkeit führen, daß wohl die Kohlensteuer auf einen alten Stromabnehmer abgewälzt werden darf, nicht aber auf einen neuen Verbraucher, weil auch für einen neuen Verbraucher der Preis nicht beliebig aufgeschlagen werden kann, sondern gleichfalls an das durch den Gemeindekonzessionsvertrag als unüberschreitbar feste Tarifschema gebunden ist."

Es sei hierzu auf § 38 des Motivenberichts zum Kohlensteuergesetz in Deutschland verwiesen, der bestimmt:

„Elektrische Arbeit, soweit sie hier in Betracht kommt, sowie Gas sind lediglich umgewandelte Kohle, ihr Herstellungspreis ist daher von dem Kohlenpreis unbedingt abhängig. Eine Eigentümlichkeit der über die Lieferung von Elektrizität und Gas bestehenden Verträge ist ihre ungewöhnlich lange Dauer, welche sie von den Vertragsverhältnissen anderer, in ähnlichem Maße vom Kohlenpreis abhängigen Fabrikationen unterscheidet. Alle Verträge über Belieferung von Kreisen oder Gemeinden, mögen sie von Staaten, Kommunalverbänden oder Gesellschaften privater Rechtsform geschlossen sein, sind regelmäßig, für Jahrzehnte geschlossen, und es sind gleichzeitig die für die Belieferung der Eingesessenen geltenden Preise für die ganze Vertragsdauer vereinbart. Auch die Belieferung großer Einzelabnehmer erfolgt regelmäßig auf Grund langjähriger Verträge. Bei Abschluß dieser Verträge konnte mit einer derartigen Kohlensteuer nicht gerechnet werden. Würden die Lieferer die gesetzliche Ermächtigung zur Abwälzung nicht erhalten, so würde die Lebensfähigkeit ihrer Werke in vielen Fällen in Frage gestellt werden. Denn bei den modernsten Elektrizitätswerken betragen die Kohlenkosten bereits mehr als die Hälfte der gesamten Erzeugungskosten. Von den Verbrauchern anderseits würden diejenigen, welche ihren Kraftbedarf aus einem Elektrizitätswerk beziehen, von der Kohlensteuer freigestellt werden, während die Steuer diejenigen Verbraucher voll träfe, die sich ihren Kraftbedarf in eigenen Anlagen erzeugen. Der abwälzende Betrag ist regelmäßig ohne weiteres zu errechnen, da über die für die Erzeugung der elektrischen Arbeit und des Gases erforderlichen Kohlenmengen anerkannte Erfahrungssätze bestehen, im übrigen die Betriebsausweise einen zweifelsfreien Aufschluß geben. Um aber weitläufigen Rechtsstreitigkeiten von vornherein vorzubeugen, ist die Zuweisung der Entscheidung an Schiedsgerichte vorbehalten".

Nach Passavant ist der Einfluß der Kohlensteuer, abgesehen von den Großabnehmern, die hochgespannte Elektrizität beziehen, oder die, wie Bahnkraftwerke, an Mittelspannung angeschlossen sind, auf die Preise, von meist unter Niederspannung nach den allgemeinen Tarifen abgegebenem elektrischen Strom, nur gering, weil hier die Tarifpreise vorzugsweise von den festen Kosten, weniger aber von den Kohlenpreisen abhängen. Der Unterschied beträgt:

für	Strompreis für 1 kWh Pf	% vom Strompreis
Hochspannungsstrom	5 bis 10	0,6 bis 0,3
Bahnstrom	8 bis 12	0,4 bis 0,25
niedergespannten Lichtstrom	30 bis 50	0,1 bis 0,06
Kraftstrom	15 bis 20	0,2 bis 0,05

Was die große Zahl der übrigen Verbraucher anlangt, muß man die Steuer nach einer Durchschnittsberechnung bemessen. Die Steuer auf die Stromrechnungen dem Verbrauch gemäß zu verteilen, würde mühsame, zeitraubende Rechnungen bedingen. Einfacher ist es, einen

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 158.

Digitized by Google

Zuschlag zu erheben, der durch das Verhältnis der Steuer zu den Jahreseinnahmen gegeben ist.

Immerhin wird aber in den meisten Fällen ein Verbraucher, der in der günstigen Lage ist, seinen Strombedarf aus einem Wasserkraftwerk oder einem in der Grube liegenden Elektrizitätswerk zu decken, besser gestellt sein, als einer, der den Strom aus Werken mit zugeführter Kohle bezieht. Diese Unterschiede werden von der Kohlensteuer nur unwesentlich beeinflußt. *—le—*

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Funkensender für ungedämpfte Wellen.

[The Wireless World, Bd. 4, S. 903.]

R. A. Fessenden hat 1916 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eine Sendeeinrichtung für drahtlose Telegraphie patentiert erhalten, deren Grundzüge Abb. 1 zeigt. Die Hochspannungs-Gleichstrommaschine *A* lädt die Außenbelegungen der Kondensatorbatterie *B* durch den Widerstand oder die Induktanz *C*. *B* entlädt sich durch den Schwingungskreis, der durch die veränderlichen Selbstinduktionen

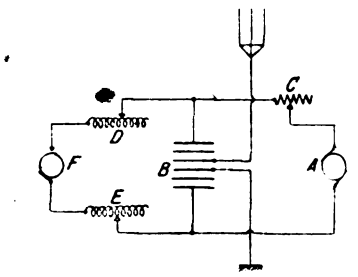


Abb. 1. Schaltung nach Fessenden zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen.

D und *E* und durch die rotierende Funkenstrecke *F* gebildet wird. Letztere besteht aus einer festen Elektrode und einer in geringer Entfernung von dieser sich mit großer Geschwindigkeit drehenden Scheibe. Der Erfinder weist darauf hin, daß die relative Bewegung der beiden Punkte, die die Entladung vermitteln, etwa 20 km/min betragen müsse. An Stelle der gezeichneten Funkenstrecke können auch zwei sich drehende Scheiben oder eine andere mechanische Ausführung treten, die mit großer Geschwindigkeit arbeitet und dadurch die Bildung eines Lichtbogens verhindert. In einer solchen Anordnung entstehen, wie die Rechnung zeigt, fortdauernde und regelmäßige Entladungen oder praktisch ungedämpfte Wellen von großer Stärke. *Rp.*

Beleuchtung und Heizung.

Kriegsscheinwerfer.

[S. G. Hibben, Electrical World, Bd. 70, S. 419.]

Seit Ausbruch des Krieges haben die amerikanischen Scheinwerferkonstrukteure bedeutende Fortschritte in bezug auf die Entwicklung und den Bau der Scheinwerfer für ihr eigenes Land und für das Ausland gemacht. Für die Zwecke der Küstenverteidigung wurde ein Apparat mit einem Spiegeldurchmesser von 152 cm gewählt. Die Amerikaner halten diese Spiegelabmessung für die größte, mit der man noch Glasspiegel ohne übertriebene Kosten und ohne die Gefahr der Zerbrechlichkeit herstellen kann. Es sind viele Versuche gemacht worden, den bisher für kleinere Abmessungen verwendeten Manginspiegel durch einen Metallparabolspiegel zu ersetzen, weil der Metallspiegel billig, einfach und unzerbrechlich ist. Die Schwierigkeit, bei einem solchen Spiegel eine genaue Form zu erreichen und dieselbe bei verschiedenen Temperaturen konstant zu erhalten, ist indessen so groß, daß kein befriedigendes Ergebnis mit Metallparabolspiegeln erzielt wurde.

Besonders auf See und in geringerem Maße an Land ist der Lichtverlust durch Absorption in der Atmosphäre so bedeutend, daß der Scheinwerfer bei Entfernungen von mehr als 5500 m nahezu unwirksam wird. Die Entfernungen, auf welche Ziele von grauer Farbe durch einen 152-cm-Scheinwerfer befriedigend beleuchtet werden können, sind folgende:

bei sehr reiner Luft . . .	9 km
bei mittleren Verhältnissen	5,5 bis 7,5 km
bei leichtem Nebel oder Regen	2,7 bis 3,7 km
bei Nebel und in der Dämmerung	0,9 bis 1,8 km

Es sind indessen Fälle bekannt, daß Schiffe in einer Entfernung von 14,5 km bemerkt werden konnten.

Der Aufsatz enthält nur sehr wenig Bemerkenswertes. Die darin wiedergegebenen amerikanischen Scheinwerfer sind Nachbildungen deutscher, von Schuckert angegebener Bauarten. Die optischen Betrachtungen über Streuung und Strahlintensität sind gleichfalls deutschen Veröffentlichungen entnommen. *Stch.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Der Parallelbetrieb von Kraftwerken.

[Engineering, Bd. 52, S. 517 u. 540. 10 Sp., 8 Abb.]

In einem am 23. XI. 1916 vor der Institution of Electrical Engineers gehaltenen Vortrage behandelt J. S. Peck den auch in England neuerdings lebhafter erörterten Zusammenschluß der Kraftwerke von rein technischen Gesichtspunkten aus. Es wird zunächst auf die noch nicht überall genügend gewürdigte Tatsache hingewiesen, daß bei parallel geschalteten Wechselstromgeneratoren die Verteilung der Last nicht von der Einstellung der Magnetregler, sondern von der der Geschwindigkeitsregler der Antriebsmaschinen abhängig ist. Durch Verstellung der Magnetregler werden lediglich wattlose Ausgleichströme erzeugt, welche eine Änderung der Phasenverschiebung hervorrufen. Parallel laufende Werke verhalten sich genau so wie parallel laufende Einzelmaschinen; für die Berücksichtigung des Widerstandes und der Selbstinduktion der Verbindungsleitungen werden in einem Nachtrag einige Winke gegeben.

Um bei parallel laufenden Werken in gewissen Grenzen unabhängige Spannungsregelung zu ermöglichen, ohne daß allzu große Phasenverschiebungen davon die Folge sind, muß in wenigstens einem der Werke ein Reguliertransformator aufgestellt werden. Das Schema eines Stufentransformators wird erläutert. Es wird kurz erläutert, in welcher Weise die Gesamtlast sich über die beiden Werke in Abhängigkeit von der Charakteristik der Geschwindigkeitsregulatoren der Antriebsmaschinen verteilt. Die Last stellt sich so ein, daß der Geschwindigkeitsabfall der beiden Werke stets gleich ist. Diese Überlegung führt zu der bekannten Regel, daß von zwei parallel laufenden Werken das größere mit „steiferen" Geschwindigkeitsregulatoren ausgestattet werden sollte.

Die Frage der Nullpunktserdung in Drehstromanlagen wird kurz berührt, ebenso der Fall der Parallelschaltung eines Zweiphasenwerkes mit einem Drehstromwerk über Transformatoren in Scott-Schaltung. Bei dieser Gelegenheit wird daran erinnert, daß es nicht möglich ist, ohne Zuhilfenahme eines rotierenden Umformers eine einphasige Last über die Phasen eines Mehrphasensystems gleichmäßig zu verteilen.

Ziemlich ausführlich werden die Frequenzumformer behandelt. Diese Frage ist für England von größerem Interesse als für uns, weil es in England viele Werke gibt, die mit einer von 50 abweichenden Frequenz arbeiten. Die Vor- und Nachteile der Synchron- und Asynchronfrequenzumformer werden gegeneinander abgewogen, und der Vortragende kommt schließlich zu dem Schluß, daß Synchronfrequenzumformer im allgemeinen vorzuziehen sind. Die Leistung solcher Umformer sollte mit Rücksicht auf die Gefahr der Überlastung nicht kleiner gewählt werden als

20 % der Leistung des kleinsten der beiden Werke bei durchaus ruhigem Betriebe und 40 bis 50 % dieser Leistung unter weniger günstigen Umständen.

Asynchrone Frequenzumformer können durch Wahl eines genügend großen Schlupfes gegen Überlastung geschützt werden. Es werden Regeln gegeben zur Berechnung der durch den Frequenzumformer fließenden Leistung bei verschiedenen Belastungsverhältnissen.

Die neuerdings in Deutschland hier und da angewandten Frequenzumformer bestehend aus einem Asynchronmotor mit über- oder untersynchron laufendem Rotor, werden in dem Aufsatz nicht erwähnt. *de R.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Betriebseröffnung einer weiteren Strecke der Untergrundbahnen in Boston.

[Electr. Railway Journ., Bd. 50, S. 1133.]

Am 15. XII. 1917 eröffnete die Boston-Hochbahn-Gesellschaft die Strecke der Untergrundbahn zwischen „South-Station" in Boston und „Broadway-Station" in Süd-Boston (Abb. 2). Obgleich diese Strecke einschl. Tunnel nur etwa 1,60 km lang ist, bedeutet doch eine Bahnverbindung von der Broadway-Station von Süd-Boston durch das Geschäftsviertel Bostons nach dem Harvard-Platz in Cambridge eine der größten Fortschritte im Bostoner Verkehr, seit 1901 die Stamm-trecken der Schnellbahnen

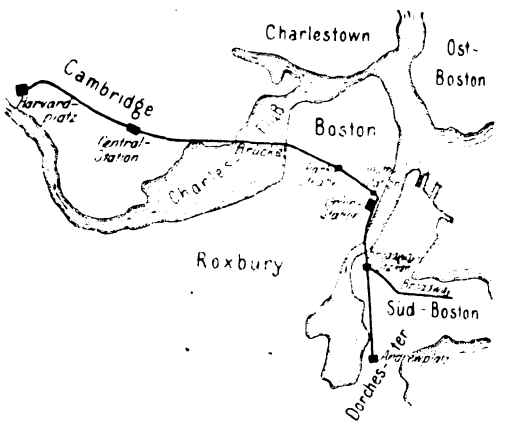


Abb. 2.

eröffnet wurden. Die nun eröffnete Strecke stellt einen Ausbau dieser Cambridge-Untergrundbahn nach dem Andrewplatz in der Vorstadt Dorchetser von Boston dar, und man hofft, den restlichen Teil von Broadway-Station nach Andrew nächsten Sommer in Betrieb nehmen zu können. Die neu eröffnete Strecke kürzt die Fahrzeit zwischen Süd-Boston und dem Fernbahnhof South-Station (Union-Station) sowie dem Geschäftsviertel in Boston wenigstens um 6 min. Die Fahrzeit zwischen Broadway-Stasion in Süd-Boston und Harward-Platz in Cambridge beträgt etwa 13 min. **Z**

Allgemeiner Maschinenbau.

Die Reinhaltung von Oberflächenkondensatoren.

[Mitt. d. Vereinig. d. El. W., Bd. 16, S. 357.]

Ist es nicht möglich, das zum Niederschlagen des Dampfes in Oberflächen-Kondensationsanlagen erforderliche Kühlwasser vor Eintritt in den Kondensator mit Erfolg aufzubereiten, so werden in der Regel der Schlamm und Kesselstein aus den Kühlrohren periodisch entfernt. Die hierzu angewandten Methoden haben verschiedene Nachteile und bedingen eine Außerbetriebsetzung des Kondensators, welche sich vermeiden läßt, wenn man nach Hülsmeyer, Düsseldorf, die in den Kühlrohren zur Ausscheidung gelangenden Schlammteile an einer Ablagerung verhindert. Dies kann dadurch geschehen, daß man dem Kühlwasserstrom für kurze Dauer eine zwei- bis dreifache Geschwindigkeit gibt (System Bogner-Hülsmeyer). Die erhöhte Geschwindigkeit wird dadurch erreicht, daß die Hälfte oder $^2/_3$ der Kühlrohre mittels Abdeckplatten von dem Kühlstrom abgeschnitten werden. Die Abdeckplatten werden von den Kammerdeckeln aus gegen den Rohrboden geschraubt. Das Wasser nimmt in den freien Rohren die doppelte bzw. dreifache Geschwindigkeit an. Durch wechselweises Abdecken der Rohrgruppen für die Dauer von 4 bis 5 min wird in einer Stunde der ganze Kondensator durchgespült. Durch die Abdeckung findet eine nur geringe Widerstandsvermehrung statt. Bei Antrieb durch Hilfsturbine läßt sich das Förderquantum noch dadurch vermehren, daß man die Tourenzahl erhöht. Eine andere Ausführung besteht darin, daß statt der Abdeckplatten der Kühlwasserstrom außerhalb des Kondensators in drei Stränge geteilt und durch den Kondensator geführt wird. Die Wasserkammerdeckel werden mit zwei senkrechten Scheidewänden versehen, die sich an den Rohrboden legen und so drei senkrechte Wasserwege bilden neben der wagerechten Führung. In jede der drei Unterkammern mündet einer der drei von der Kühlwasserpumpe kommenden Rohrstränge, so daß drei parallele Wasserwege bzw. Ströme im Kondensator entstehen. Sperrt man zwei Wasserwege ab, so muß bei gleichbleibendem Förderquantum der dritte Wasserweg das dreifache Quantum, wenn auch nur für kurze Zeit, bewältigen, woraus sich eine dreifache Geschwindigkeit ergibt. Die entstehende Spülwirkung genügt, um allen losen Schlamm mit aus den Rohren zu schwemmen. Die Spülung, die während des Betriebes geschieht, wird zweckmäßig jeden Tag ausgeführt, um die Rohre dauernd schlammfrei zu halten. Der Kondensator bleibt in allen Teilen mit Wasser gefüllt; eine Öffnung der Deckel oder der Putzluken erübrigt sich. *Zim.*

Digitized by Google

Verschiedenes.

Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Forschung.

Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft hat kürzlich ein neues Institut und zwar das Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Forschung ins Leben gerufen. Seine Aufgabe soll darin bestehen, die planmäßige Bearbeitung wichtiger und dringlicher physikalischer Probleme durch Gewinnung und materielle Unterstützung besonders geeigneter Forscher zu veranlassen und zu fördern. Die Auswahl der Probleme, der Methoden sowie des Arbeitsplatzes liegt in der Hand des Direktoriums. Doch sollen auch von anderen Physikern an das Direktorium gelangende Anregungen von diesem erwogen und die vorgeschlagenen Untersuchungen im Falle der Billigung gefördert werden. Wenn das Institut auch naturgemäß erst nach Beendigung des Krieges seine volle Wirksamkeit wird entfalten können, so soll doch womöglich schon jetzt mit der Arbeit begonnen werden. Angaben über nähere Einzelheiten sind an den Vorsitzenden des Direktoriums, Prof. Einstein, Berlin-Schöneberg, Haberlandstr. 5, zu richten.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9320.

Tagesordnung

für die

XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

in Berlin

am 31. Mai und 1. Juni 1918.

Freitag, den 31. Mai:

Vormittags 10 Uhr: Vorstandssitzung in den Geschäftsräumen des V.D.E.

Nachmittags 3 Uhr: Ausschußsitzung im Ingenieurhaus, Sommerstr. 4a.

Sonnabend, den 1. Juni:

Vormittags 9½ Uhr: Festversammlung in der Aula der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg, Berlinerstraße.

1. Eröffnung durch den Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Prof. Dr.-Ing. Petersen, Darmstadt: „Die Hochspannungsstraßen der Elektrizität".

Nachmittags 3 Uhr: Verbandsversammlung im Bankettsaal des Zoologischen Gartens.

1. Bericht des Herrn Geh. Regierungsrats Prof. Dr. Gumlich über die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften usw. von Eisenlegierungen.
2. Bericht des Generalsekretärs über die letzten 2 Arbeitsjahre.
3. Einsetzung neuer Kommissionen.
4. Wahlen zum Vorstand und Ausschuß.
5. Bestimmung des Ortes der nächsten Jahresversammlung.

Abends 6 Uhr: Festmahl im Marmorsaal des Zoologischen Gartens. Hieran schließt sich ein vom Elektrotechnischen Verein dargebotener Bierabend.

Die Festkarte, die zur Teilnahme an sämtlichen Veranstaltungen sowie zur Empfangnahme der Festschrift berechtigt, kostet 25 M. Außerdem werden Karten zum Preise von 5 M ausgegeben. Diese berechtigen zur Teilnahme an den Versammlungen, dem Bierabend und zur Entgegennahme der Festschrift. Für Damen (Angehörige von Mitgliedern) werden die gleichen Karten ausgegeben. Schließlich werden kostenlos Eintrittskarten zu den Versammlungen ausgegeben.

Anzug für die Festversammlung und für das Festmahl: Überrock.

Mit Rücksicht auf die augenblicklichen Verhältnisse können nur Anmeldungen berücksichtigt werden, die bis zum

6. Mai

hier einlaufen. Gleichzeitig mit der Anmeldung ist der Betrag für die Karte auf das Postscheckkonto Nr. 21312 des V. D. E. einzuzahlen. Die Karten werden nach Eingang des Betrages den Teilnehmern zugesandt.

Die Geschäftsstelle des Verbandes vermittelt den Brief- und Telegrammverkehr für die Teilnehmer. Sie befindet sich Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Am 1. Juni ist eine besondere Geschäftsstelle während der Festsitzung in der Technischen Hochschule und während der Nachmittags-Versammlung im Zoologischen Garten eingerichtet.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Vorsitzende: Klingenberg. Der Generalsekretär: Dettmar.

Betr. Normenausschuß der Deutschen Industrie.

Neue Normblätter[1]).

Der Normenausschuß der Deutschen Industrie veröffentlicht in Heft 2 seiner Mitteilungen neue Entwürfe für

- D I Norm 5 (Entwurf 2) Zeichnungen, Blattgrößen,
- D I Norm 6 (Entwurf 1) Zeichnungen, Anordnung der Ansichten und Schnitte,
- D I Norm 7 (Entwurf 1) Zylinderstifte,
- D I Norm 8 (Entwurf 1) Gewichte der Zylinderstifte,
- D I Norm 9 (Entwurf 1) Kegelreibahlen für Stiftlöcher,
- D I Norm 10 (Entwurf 1) Vierkante für Werkzeuge.

Die Entwürfe sind in verkleinertem Maßstabe mit Begleitberichten in der Zeitschrift des V. d. I. 1918, Nr. 15, S. 197 bekanntgegeben. Abdrücke der Normblätter in natürlicher Größe werden Interessenten auf Wunsch von der Geschäftsstelle des Normenausschusses der Deutschen Industrie, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a, zugestellt, der auch Einwände bis zum 15. Mai mitzuteilen sind.

Betr. Bestimmungen für die bruchsichere Führung von Starkstromleitungen oberhalb von Reichs-Telegraphen- und Fernsprechleitungen.

In Heft 24 der „ETZ" 1917, S. 326, ist in dem Schreiben des Reichspostamts vom 23. V. 1917 unter 3 auf die Arbeit von Fröhlich „Beitrag zur Berechnung von Mastfundamenten", Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, hingewiesen. In dieser Abhandlung muß auf S. 44, Z. 13, die dort angegebene Formel folgendermaßen lauten:

$$t_1 = \frac{t}{2} + \sqrt{\frac{t^2}{4} - \frac{k\,t}{2}}.$$

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
Dettmar.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Stork. An Stelle des zum technischen Beigeordneten der Stadt Remscheid berufenen ehemaligen Direktors des städtischen Elektrizitätswerks und der Überlandzentrale Görlitz, Dipl.-Ing. Franz Hencke, wurde der Regierungsbaumeister Dipl.-Ing. Adolf Stork zum Betriebsdirektor der genannten Werke gewählt.

R. Wagener, bisher Kreisingenieur, wurde zum Direktor der Überlandzentrale des Kreises Sorau (N.-L.) ernannt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der Aluminiumtransformator.

Auf S. 607 der „ETZ" 1917 bespricht A. HUNDT eine Arbeit des Unterzeichneten über den Aluminiumtransformator, die in „Elektrotechn. u. Maschb." B. 35, S. 321, erschienen ist. Dabei beanstandet er ein vom Unterzeichneten erwähntes Abkühlungsgesetz ohne es indessen zu widerlegen, denn er behauptet, daß die vom Unterzeichneten angenommene Aufstellung des Transformator nicht die beste sei.

Es ist klar, daß nicht das Abkühlungsgesetz selbst als unrichtig bezeichnet wird, sondern nur die Ansicht, daß Transformatoren mit stehender Säule bei natürlicher Luftkühlung in Betracht kommen. A. HUNDT führt zur Unterstützung seiner Behauptungen ein Beispiel aus der Praxis an, welches zeigt, daß ein Transformator der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft mit liegenden Säulen viel kühler blieb, als mit stehenden. Das praktische Beispiel beweist natürlich nichts, außer, daß gerade für den betreffenden Transformator der Unterschied feststellbar ist. Es spielen in der Tat eine ganze Menge von Faktoren mit, die für und gegen die stehende Säule sprechen. Es kommt ganz darauf an, wie groß die Spulenzwischenräume sind, wie groß die Säulenabstände sind, ob es sich um einen zwei- oder dreischenkeligen Transformator handelt, ob er groß oder klein ist, wenn gesagt werden soll, wie man ihn besser aufstellt.

Der Unterzeichnete hat viele Versuche durchgeführt, ohne ein abschließendes Urteil aufstellen zu können. Erst neuerdings glaubt er eine Lösung des Abkühlungsproblems des Trockentransformators gefunden zu haben und hofft, sie in dieser Zeitschrift den Fachgenossen vorlegen zu können. Bis dahin kann er die beteiligten Konstrukteure nur warnen, aus den Angaben des Herrn A. HUNDT zu weit gehende Schlüsse zu ziehen.

Wien, 13. III. 1918. M. Vidmar.

Erwiderung.

Herr VIDMAR trifft mit seinen Ausführungen nicht den Kern der Sache. Er behauptet in seinem Artikel „Der Aluminiumtransformator", daß die Luftschlitze der Trockentransformatoren ausgefüllt werden können, ohne hierdurch die Abkühlungsverhältnisse zu ändern, weil die Wärmeabfuhr nur auf Strahlung zurückzuführen sei, wobei die Seitenflächen der Luftschlitze nicht mehr strahlen als ihre äußere Zylinderfläche. Die Richtigkeit dieser Annahme vorausgesetzt, ist es natürlich für die Wärmeabfuhr gleichgültig, ob die Luftschlitze senkrecht oder wagerecht liegen.

Der von mir veröffentlichte Versuch an einem A.E.G.-Trockentransformator beweist aber einwandfrei, daß die Luftbewegung in den Schlitzen für die Wärmeabfuhr eine wesentliche Rolle spielt, daher das Ergebnis der besseren Abkühlung bei der besseren Luftbewegung in den senkrechten Luftschlitzen. Dieses gilt natürlich auch für anders bemessene Transformatoren, solange die Luftschlitze noch so groß sind, daß eine nennenswerte Luftbewegung in ihnen möglich ist.

Bis jetzt hat Herr VIDMAR die Richtigkeit seines „merkwürdigen Gesetzes der wirksamen Oberfläche", bei welchem er die Wärmeableitung an die vorbeistreichende Luft vernachlässigt, noch nicht bewiesen. Vielleicht gelingt ihm dies in seinem in Aussicht gestellten Artikel.

Berlin-Pankow, 18. IV. 1918.

A. Hundt.

LITERATUR.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Das Gesetz über den vaterländischen Hilfsdienst vom 5. XII. 1916. Erläutert vom Magistratsrat Max von Schulz. Nebst Ausführungsbestimmungen des Bundesrats, Preußens und des Reichskanzlers sowie Anweisungen des Kriegsamts. 2. verm. Aufl. X und 239 S. in 16°. Verlag von Franz Vahlen. Berlin 1918. **Preis 4,50 M.**

Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e. V. Verhandlungen aus dem Jahre 1917. Bericht über die 58. Jahresversammlung in Berlin am 22. VI. 1917. Mit 2 Tafeln u. 8 Abb. 329 S. in 8°. Gedruckt bei R. Oldenbourg. München 1918.

Sonderabdrucke.

H. Wunderlich. Gedanken und Vorschläge zur weiteren Erwägung einer wirtschaftlicheren Ausnützung der Kohle. Zeitschrift des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner in Österreich und Ungarn. 1918. Heft 7.

Neue Zeitschriften.

„Die Ostsee", deutsche Zeitschrift für Wirtschaft und Kultur der Ostseeländer. Herausgegeben von Dr. R. Pohle, Berlin. Verlag von Trowitzsch & Sohn, Berlin. Monatlich 2 Hefte. **Preis halbjährlich 7 M.**

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 52.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Außenhandel.

Das deutsch-russische Zollabkommen. In dem Friedensvertrage zwischen Deutschland und Rußland ist ein Handelsprovisorium vorgesehen, das u. a. mit Wirkung bis Ende 1925 gegenseitige Meistbegünstigung und Aufrechterhaltung des allgemeinen russischen Zolltarifs vom 13./26. I. 1903 vorsieht; daneben sollen auch die zolltarifarischen Vergünstigungen des deutsch-russischen Handelsvertrages vom Jahre 1904 Geltung haben. Durch diese Abmachungen wird der russische Zolltarif in seiner Gesamtheit bis zum Ende des Jahres 1925 gebunden, und es sind somit bis dahin Zollerhöhungen unmöglich gemacht.

Aus dem russischen Zolltarif und den hierauf bezüglichen Vereinbarungen interessieren hier vornehmlich die folgenden Stellen, wobei bemerkt sei, daß die gleichen Zollsätze auch im Verkehr mit der Ukraine — nach dem Wirtschaftsabkommen mit dieser hat der allgemeine russische Zolltarif von 1903 ebenfalls Anwendung zu finden — Geltung haben.

Lfd. Nr. des Tarifs	Bezeichnung der Ware	Maßstab	Zollsatz in Rbl
aus 167	1. b) Elektrische Fahrzeuge	1 Pud	3,65
		vertragl.	3,20
	3. Dynamo-elektrische Maschinen und Elektromotoren jeder Art, elektrische Transformatoren	1 Pud	8,50
	7. Teile von Maschinen und Apparaten, für sich eingeführt, außer den besonders genannten:		
	a) aus Kupfer und Kupferlegierungen, oder bei denen Kupfer und seine Legierungen mehr als 25% des Gesamtgewichts jedes einzelnen Teiles ausmachen	1 Pud	9,—
		vertragl.	8,—
	b) aus Gußeisen, Schmiedeeisen und Stahl, auch mit Teilen aus anderen Materialien und in Verbindung mit Kupfer im Betrage von nicht mehr als 25% des Gewichts jedes einzelnen Teiles	1 Pud	4,65
		vertragl.	4,20
	10. Teile von Dynamos und Transformatoren werden nach den entsprechenden Buchstaben des Punktes 7 dieses Artikels verzollt, mit Ausnahme der nachstehend genannten:		
	a) Spulen	1 Pud	17,70
	b) Anker und Kollektoren	1 Pud	12,75
	c) Gestelle mit kupfernen Teilen, außer den Zapfenlagern	1 Pud	8,50
aus 169	1. Elektrische Ausschalter, Umschalter, Sicherungen, Hülsen für Glühlampen, Rheostate und Kommutatoren jeder Art, sowohl zusammengesetzt als auseinandergenommen; Telegraphen- und Telephonapparate; elektrische und pneumatische Glocken und Zubehör für elektrische Signalisierung	1 Pud	12,—
		vertragl.	9,—
	2. Elektrotechnische Meßgeräte und deren Teile	1 Pud	15,—
		vertragl.	12,—
	3. Elektrische Glühlampen:		
	a) in Fassung	1 Pud	30,—
	b) ohne Fassung	1 Pud	60,—
	Anmerkung: Nach den entsprechenden Artikeln des Tarifs werden Reserveteile für elektrische Elemente, Batterien und andere Vorrichtungen verzollt, welche beim Gebrauch zerstört werden und Ersatz durch neue erfordern, wie: Zink-, Kupfer- und andere Platten für Elemente, Kohlen für dieselben sowie für Lampen, Laternen usw.		
71	Kohlenerzeugnisse für die Elektrotechnik	1 Pud	0,12
aus 155	Kupferdraht, Draht aus Kupferlegierungen und aus allen in Art. 143 genannten (unedlen) Metallen und Metallegierungen:		
	a) in einer Stärke oder mit einem Durchmesser von 12,5 mm bis einschl. 0,5 mm	1 Pud	7,35
	b) 0,5 mm bis einschl. 0,2 mm	1 Pud	10,35
	c) unter 0,2 mm	1 Pud	11,85
	Anmerkung. Draht aller Art, verzinnt, verzinkt oder mit anderen gemeinen Metallen überzogen, wird nach den entsprechenden Punkten dieses Artikels mit einem Zuschlag von 50% verzollt.		
	Anmerkung zu den Artikeln 141, 147, 154, 155, 156 und 163. Die in den Artikeln 141, 147, 154, 155, 156 und 163 genannten Metalle und Metallerzeugnisse unterliegen den Zollsätzen dieser Artikel, auch wenn sie durch irgend ein Verfahren (auf galvanischem Wege, durch Umguß, durch ein Walzverfahren oder sonstwie) einen Überzug von gewöhnlichem Metall erhalten haben, falls der Metallüberzug 25% des Gesamtgewichts der in den Artikeln 141, 147, 154, 155 und 165 genannten Metalle und Metallerzeugnisse und 10% des Gesamtgewichts der im Artikel 163 genannten Waren nicht übersteigt. Der in der Anmerkung zu Punkt 2 des Artikels 147 vorgesehene Zuschlag von 30% (für vernickelte oder mit anderen gewöhnlichen Metallen überzogene Zinkbleche) wird nicht erhoben, wenn der dort genannte Metallüberzug 25% des Gesamtgewichts der Bleche nicht übersteigt. Falls der Metallüberzug diese Grenzen von 25% und 10% übersteigt, unterliegen die in den genannten Artikeln bezeichneten Metalle und Erzeugnisse den Zollsätzen oder Zuschlägen, welche für die den Überzug bildenden Metalle im Tarif festgesetzt sind.		
aus 156	2. c) Draht (auch in Form eines Bündelchens oder Seils), mit Gespinststoffen, Guttapercha, Kautschuk oder anderen gemeinen Materialien überzogen, mit einem Durchmesser der einzelnen Drähte:		
	a) von 0,2 mm und darüber	1 Pud	16,20
	b) von weniger als 0,2 mm	1 Pud	17,70
	Anmerkung. Draht und Drahtwaren jeder Art, mit Seide, auch gemischt mit anderen Gespinnststoffen, überzogen, werden nach den entsprechenden Punkten dieses Artikels mit einem Zuschlag von 50% verzollt.		
	3. Elektrische Kabel jeder Art	1 Pud	6,70

Zollpflichtig ist das Reingewicht der Waren, sofern nicht ihre Verzollung nach dem Rohgewicht im Tarif ausdrücklich vorgesehen ist; zur Ermittelung des Reingewichts dienen die tarifmäßigen Tarasätze.

Der Friedensvertrag sieht ausdrücklich die Aufrechterhaltung des allgemeinen russischen Zolltarifs vom 13./26. I. 1903 vor, ohne bezüglich späterer Abänderungen Entscheidung zu treffen. Es ist daher fraglich, ob die folgende Tarifänderung aus dem Jahre 1912 zu Nr. 169, Ziffer 3, Geltung hat:

Tarif-Nr.		Rbl
169. 3.	Elektrische Glühlampen mit Kohlenfäden, auch wenn diese Fäden mit Metall übersponnen sind:	
	a) in Fassung	Pud 30
	b) ohne Fassung	„ 60
169. 4.	Elektrische Glühlampen mit Metallfäden:	
	a) in Fassung	„ 65
	b) ohne Fassung	„ 90

Firmenverzeichnis.

Außenhandelsgesellschaft m. b. H. Unter diesem Namen ist vom Reichswirtschaftsamt in Verbindung mit mehreren Großhandels- und Industrieverbänden, wie dem Zentralverband des Deutschen Großhandels und dem Verband Deutscher Exporteure eine Gesellschaft gegründet worden, welche die Aufgabe hat, während des gegenwärtigen Krieges und einer gewissen Übergangszeit den Ausfuhrhandel unter Aufsicht der Regierung zu regeln und zu fördern. Als erste Aufgabe wird es sich um die Regelung der Ausfuhr nach der Ukraine handeln. An der Spitze der Gesellschaft steht ein Direktorium aus 16 Mitgliedern, die auf Vorschlag der Verbände vom Reichswirtschaftsamt benannt werden.

Drahtloser Übersee-Verkehr, A.-G., Berlin. Unter diesem Namen ist unter Beteiligung der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, der Siemens & Halske A. G. und der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaf ein Unternehmen mit 10 Mill. M Grundkapital gegründet worden. Die Großstation in Nauen wird in die Gesellschaft eingebracht. Den Aufsichtsrat bilden Dr.-Ing. h. c. Graf Arco, Direktor Dr. Franke, Bankdirektor Heinemann, Kommerzienrat Mamroth und Geh. Oberfinanzrat W. Mueller. Zum Vorstand sind Ingenieur Hans Bredow, Berlin, zu stellvertretenden Vorstandsmitgliedern Ingenieur Betz und Kaufmann Ulfers bestellt.

Gebr. Höhme, Spezial-Fabrik für Dynamo-Bürstenhalter, Apparate und Metallwaren, Heidenau. So lautet die bisherige Firma Gebr. Höhme, Special-Fabrik für Dynamo-Bürstenhalter und elektromechanische Apparate, Radebeul, die ihren Sitz nach Heidenau verlegt hat. Inhaber: E. A. Höhme und K. O. Höhme, Heidenau.

Elektrotechn. Unternehmungen „Motor., Landsberg a. L. Hauser & Co. Kommanditgesellschaft, Landsberg a. L. Gegenstand: Betrieb eines elektrotechnischen Installationsgeschäfts mit Ausführung von elektrischen Licht- und Kraftanlagen, Freileitungsbau usw. Gesellschafter: M. Hauser, Augsburg.

Gesellschaft für elektrische Schiffsausrüstungen m. b. H., Dresden. Gegenstand: Herstellung elektrischer oder mechanischer Anlagen. Ausführung ebensolcher Arbeiten auf Kriegs-, Handels- und sonstigen Schiffen usw. Stammkapital: 0,25 Mill. M. Geschäftsführer: Oberingenieur K. J. W. Fritze, Dresden.

Accumulatoren-Kleinbeleuchtung G. m. b. H. Lager Leipzig, Leipzig (Zweigniederlassung der Berliner Hauptniederlassung). Gegenstand: Vertrieb von Akkumulatoren für Kleinbeleuchtungszwecke und Betrieb der damit im Zusammenhang stehenden Geschäfte, Beteiligung usw. Stammkapital: 100 000 M; Geschäftsführer: H. von Schüching, Berlin.

Österreich-Ungarn. Zwecks Studiums der Verwertung der Wasserkräfte der Drau mit Verwendung des Wörthersees als Staubecken und der Errichtung elektrischer Anlagen wurde die Kärntner Seekraftwerke G. m. b. H., Wien, mit einem Stammkapital von 0,5 Mill. K gegründet. Geschäftsführer sind E. Pick und A. Slenitz, Direktoren der Gesellschaft für elektrische Industrie A. G., Wien. — In Wien wurde die Österreichisch-ungarische Elektro-Schweißmaschinen-Gesellschaft m. b. H. gegründet. Zweck der Gesellschaft ist die Erzeugung, Vertrieb und Betrieb elektrischer Schweißmaschinen. Geschäftsführer: P. Planer. *Hgm.*

Italien. Die Società Imprese Elettriche Conti hat eine weitere Kapitalserhöhung um 16 auf 46 Mill. Lire beantragt. — Die Società Ligura Toscana di Elettricità, Livorno, hat ihr Kapital um 20 auf 60 Mill. Lire erhöht.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 10. Wer übernimmt Ziehen von Widerstandsdraht von 0,8 auf 0,3 mm Durchmesser?

Abschluß des Heftes: 27. April 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. O. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 9. Mai 1918.** **Heft 19.**

Stromverteilung und Stromwärme in Drehstrom-Kollektorankern bei Sechsbürstenschaltung.

Von **Dipl.-Ing. Max Ernst.**

Übersicht. **Bei einem Drehstrom-Kollektoranker mit Sechsbürstensatz ist die Stromwärme in der Leerstellung gleich null, da hier die beiden Bürsten einer Phase sich drehen und daher kein Strom durch die Ankerwicklung fließt. Wird nun die eine Hälfte der Bürsten verschoben, so steigen die Kupferverluste. An Hand von Diagrammen wird untersucht, in welcher Weise sich die 3 Phasenströme bei verschiedenen Bürstenstellungen auf die Wicklung verteilen. Da ergibt sich, daß die Kupferverluste bei konstanten zugeführten Strömen geradlinig ansteigen bis zu einer Bürstenverschiebung von 120° aus der Leerstellung, um dann bis zur Kurzschlußstellung konstant zu bleiben.**

Der Sechsbürstensatz findet hauptsächlich Anwendung beim Drehstrom-Reihenschlußmotor; denn abgesehen davon, daß der Nebenschlußmotor überhaupt seltener gebaut wird, bietet die Anordnung von 6 Bürsten pro Polpaar auch nicht dieselben Vorteile wie beim Hauptschlußmotor. Neben der besseren Ausnutzung der Ankerwicklung fällt hier hauptsächlich die Tatsache ins Gewicht, daß sich der unstabile Bereich bei niedrigen Drehzahlen auch für beliebige Bürstenstellung völlig beseitigen läßt. Dabei bleibt die eine Hälfte der Bürsten fest stehen, die andere Hälfte wird am Kollektorumfang verschoben. Die Durchflutung des Läufers erreicht bei konstantem Strom ein Maximum, wenn die bewegliche Bürste der festen derselben Phase diametral gegenübersteht, sie wird Null, wenn beide Bürsten zusammenfallen, da dann die Ankerwicklung überhaupt ausgeschaltet ist. Im ersten Fall (Kurzschlußstellung) wirken sich die Durchflutungen von Ständer und Läufer entgegen, so daß bei gleicher, wirksamer Windungszahl in beiden Teilen kein Feld besteht und der aufgenommene Strom nur begrenzt wird durch Widerstände und Streureaktanzen der Wicklungen. Im zweiten Fall (Leerstellung) besteht nur das vom Ständer erzeugte Feld, und der aufgenommene Strom ist gegeben durch den Magnetisierungsstrom der Ständerwicklung, wenn man die Wirkung der durch die Bürsten kurzgeschlossenen Ankerspulen außer acht läßt. Die Stabilisierung wird bekanntlich dadurch erreicht, daß die wirksame Läuferwindungszahl proportional dem Kosinus des Winkels zwischen Ständer- und Läuferdurchflutung verkleinert wird.[1]) Die Beziehung zwischen diesem Winkel und dem Bürstenverschiebungswinkel aus der Leerstellung geht aus Abb. 1 hervor.

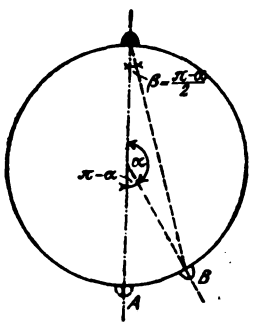


Abb. 1.

β ist darin der obengenannte Winkel, α der Bürstenwinkel; ihre Beziehung ist:

$$\beta = \frac{\pi - \alpha}{2}.$$

[1]) Rüdenberg, „Über die Stabilität, Kompensierung und Selbsterregung von Drehstrom-Reihenschlußmaschinen," „ETZ" 1911, S. 233.

Da für den Teil $A\,B$ die Durchflutungen von Ober- und Unterstäben einander aufheben, so wird für beliebige Bürstenstellung:

$$w f_w \cos\beta = w f_w \sin\frac{\alpha}{2}$$

= wirksame Läuferwindungszahl.

Darin ist w = gesamte Windungszahl der Läuferwicklung, f_w = Wicklungsfaktor der Läuferwicklung bei diametraler Bürstenstellung $\alpha = 180^0$.

Uns interessiert nun hier vor allem die Frage, wie sich die Ströme der Phasen bei den verschiedenen Bürstenwinkeln auf die Ankerdrähte verteilen. Die Lösung dieser Aufgabe ist auf zwei Arten möglich:

1. durch Addition der Momentanwerte der Phasenströme in jedem Draht für verschieene Zeitmomente,
2. durch geometrische Zusammensetzung der Effektivwerte der drei Phasenjströme in edem Draht.

Es soll nun zunächst für die Kurzschlußstellung $\alpha = 180^0$ die Stromverteilung nach beiden Methoden untersucht werden. Zum Verständnis der Skizzen sei zunächst vorausgeschickt:

Da die Unterscheidung der Phasen durch verschiedene Farben, was ja wohl am deutlichsten ist, hier nicht angeht, sollen die Ströme wie folgt gekennzeichnet werden:

———	Phase 1	Stromrichtung positiv, also von vorn nach hinten die Papierebene durchdringend.
– · – · –	„ 2	
– – – –	„ 3	
– – – –	Phase 1	Stromrichtung negativ, also von hinten nach vorn verlaufend.
/\/\/\/	„ 2	
·····	„ 3	

Die Schaltung ist in Abb. 2 dargestellt.

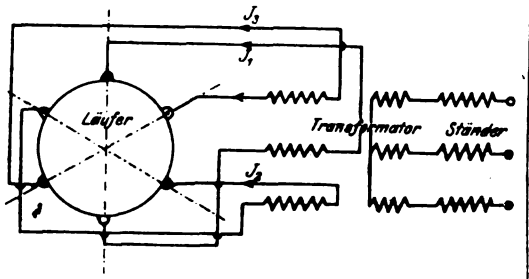


Abb. 2.

I. Durchmesserwicklung.

$\alpha = 180^0$ Kurzschlußstellung.

Zeitmoment = 0: Die Ströme der 3 Phasen haben in diesem Augenblick die Größe und Richtung, wie sie in Abb. 3 dargestellt ist. Sie verteilen sich daher auf die Ankerdrähte nach Abb. 4, wobei a die Verteilung des Phasenstromes 1, b des Stromes der Phase 2 und c der Phase 3 darstellt.

Die Summierung dieser Einzelströme gibt eine resultierende Stromverteilung in den beiden Stabschichten nach Abb. 5.

Hat sich nun z. Zt. $t = \frac{T}{12}$ die Zeitlinie um 30° gedreht, so erhält man als Bild der Stromverteilung Abb. 6 u. 7, da jetzt Phase 1: $J_{max.} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$, Phase 2: 0 und Phase 3: $J_m \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$.

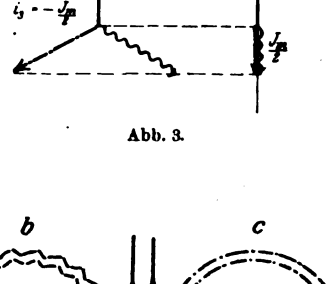


Abb. 3.

Abb. 4.

Die augenblickliche räumliche Richtung des Drehfeldes ist in Abb. 5, 7 und 9 durch

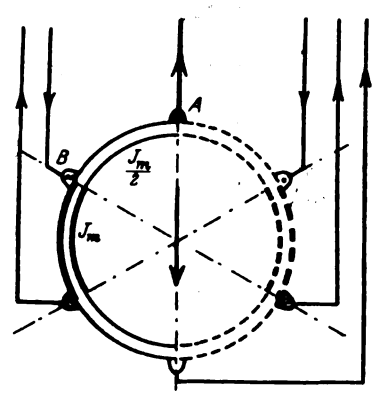


Abb. 5.

einen Pfeil angedeutet; man sieht daraus sehr schön, wie sich das Feld synchron mit der Zeitlinie dreht.

Für den Moment $t = \frac{T}{6}$ hat sich die Zeitlinie um weitere 30° gedreht, die Ströme der einzelnen Phasen (Abb. 8) summieren sich nach Abb. 9 für die beiden Stabschichten.

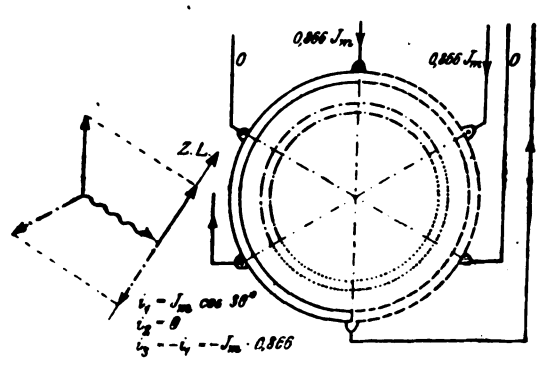


Abb. 6.

Digitized by Google

Diese Untersuchung der Augenblickswerte braucht wohl nicht weiter fortgesetzt zu werden, da aus dem bisher Gesagten das Ergebnis

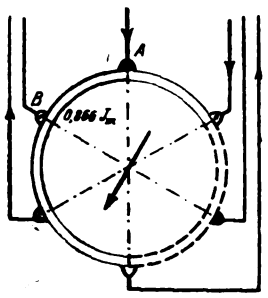


Abb. 7.

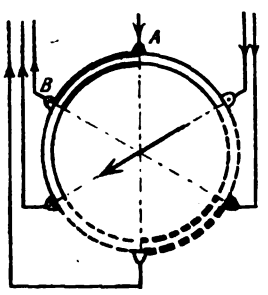


Abb. 9.

deutlich hervorgeht. Betrachtet man z. B. den Augenblicksstrom i in den Drähten zwi-

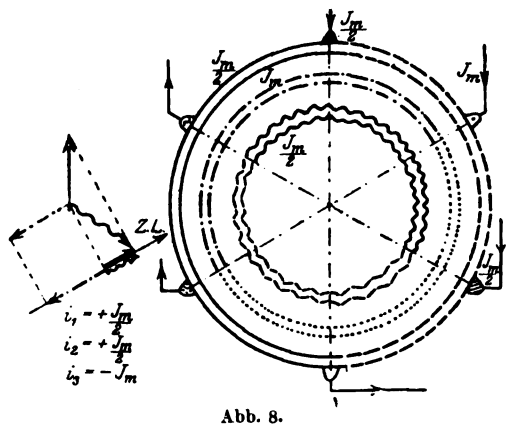


Abb. 8.

schen den beiden Punkten A und B des Ankerumfanges:

$$t = 0 \quad i = +J_m \cos 60^0 = \frac{J_m}{2},$$

$$t = \frac{T}{12} \quad i = +J_m \cos 30^0 = 0{,}866\, J_m,$$

$$t = \frac{T}{6} \quad i = +J_m,$$

$$t = \frac{3\,T}{12} \quad i = +J_m \cos 30^0 = 0{,}866\, J_m,$$

$$t = \frac{T}{3} \quad i = J_m \cos 60^0 = \frac{J_m}{2},$$

$$t = \frac{5\,T}{12} \quad i = 0 \qquad \text{usw.}$$

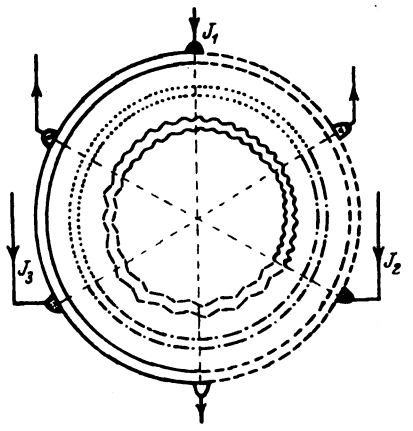
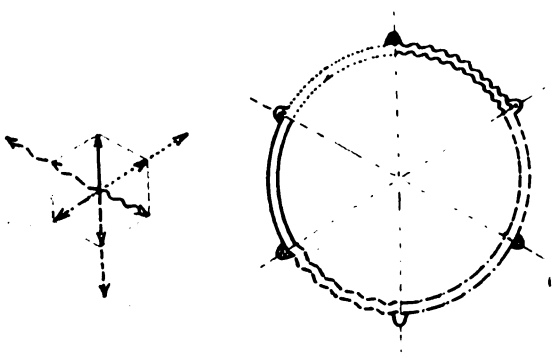


Abb. 10.

Der Strom in irgend einem Ankerdraht ändert sich also zeitlich nach dem Sinusgesetz



vorausgesetzt, daß die drei Phasenströme sinusförmig verlaufen. Der Effektivwert des Drahtstromes (J) ist gleich dem Effektivwert des Phasenstromes in den Zuleitungen zum Anker. Die Stromwärme wird folglich:

$$V = J^2 r_s \,.\, z\,,$$

worin r_s der Widerstand eines Drahtes, z die gesamte Drahtzahl der Ankerwicklung.

Zu demselben Ergebnis kommt man auf bedeutend kürzerem Wege, wenn man die Effektivwerte der Phasenströme in den Ankerdrähten geometrisch zusammensetzt. Die Verteilung der Phasenströme auf die Ankerzweige geht aus Abb. 10 hervor.

Es ist nun nur noch nötig, die drei Ströme jedes Drahtes nach Abb. 11 geometrisch zu addieren; man erhält so ein Bild der Stromverteilung, das unmittelbar den in jedem Drahte fließenden effektiven Strom zeigt. Die Ankerwicklung stellt demnach eine einfache Drehstromwicklung dar, bei der jede Phase auf ein Drittel der Polteilung verteilt ist. Die Stromwärme wird, da in jedem Drahte der effektive Phasenstrom fließt:

$$V = J^2 r_s \,.\, z\,.$$

Diese Untersuchung für den Fall der diametral gegenüber stehenden Bürsten ist ja wohl bereits allgemein bekannt und sollte daher hier nur als einfachster Fall zur Erleichterung des Verständnisses für die nachfolgenden Betrachtungen vorausgeschickt werden.

Läßt man den einen Satz von drei um je 120° versetzten Bürtsen feststehen und dreht den anderen am Kollektorumfang von der Kurzschlußstellung aus um 180°, so fallen schließlich die beiden Bürsten jeder Phase zusammen, und der Anker ist vollkommen ausgeschaltet. Für diese sogenannte Leerlaufstellung ist die Stromwärme im Ankerkupfer natürlich Null. Die Frage ist nun die, in welcher Weise sich der Strom in den Ankerdrähten und damit die Stromwärme im Bereiche $\alpha = 180^0$ bis $\alpha = 0^0$ ändert; es sind da verschiedene Fälle möglich. Es wäre denkbar, daß die Stromwärme überhaupt dieselbe bleibt, um dann bei $\alpha = 0$ plötzlich auf Null abzufallen. Dieser Fall ist wohl am wenigsten wahrscheinlich. Natürlicher wäre es wohl, wenn die Stromwärme nach irgend einer Kurve vom Maximalwerte $V = J^2 r_s \,.\, z$ bis auf Null allmählich abfiele. Die Aufgabe ist nun, diese Kurve zu finden.

Der eine Weg, mit Augenblickswerten zu rechnen, ist vielleicht der klarste, aber er würde hier zu einer endlosen Reihe von Figuren und Diagrammen führen, da man für jeden einzelnen Bürstenwinkel eine Reihe von Augenblicken herausgreifen müßte. Dagegen gestaltet sich die Lösung der Aufgabe mittels geometrischer Zusammensetzung der Effektivwerte sehr einfach und übersichtlich; allerdings gelten diese Ergebnisse unmittelbar nur für sinusförmigen Verlauf der Phasenströme.

Nimmt man zunächst einen gewöhnlichen Gleichstromanker mit zwei Bürsten, die in beliebigem Winkel zueinander stehen, so erhält

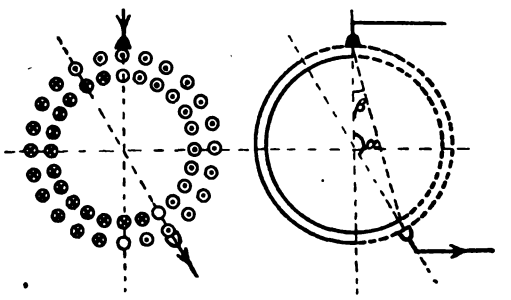


Abb. 12.

man den Stromverlauf in den beiden Ankerzweigen beim zweipoligen Schema für eine Durchmesserwicklung nach Abb. 12.

Diese Stromverteilung gilt beim Drehstromanker für jede der drei Phasen. Es ist jedoch zu beachten, daß die Impedanzen der beiden parallelen Ankerzweige verschieden sein können, sowohl in der Größe, als auch in der Phase. Um diesen Einfluß ebenfalls zu berücksichtigen, kann man annehmen, daß z. B. durch den kürzeren Zweig ein größerer Strom J_{1a}, durch den längeren ein kleinerer J_{1b} fließt, die beide nicht miteinander in Phase sind, deren geometrische Summe aber den Phasenstrom J ergeben muß. Da die Ankerwicklung vollkommen symmetrisch angeordnet ist, so muß jedenfalls für jede der drei Phasen

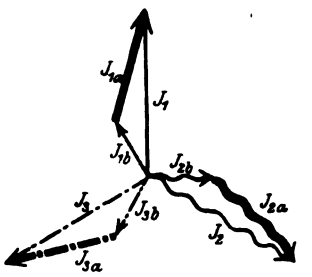


Abb. 13.

die Zerlegung in zwei Teilströme nach Größe und Phase dieselbe sein. Wir erhalten also als Diagramm der Stromverteilung Abb. 13.

$$120^0 \leq \alpha < 180^0.$$

Für eine beliebige Bürstenstellung innerhalb dieses Bereiches, z. B. $\alpha = 150^0$, erhalten wir unter Berücksichtigung des Diagramms

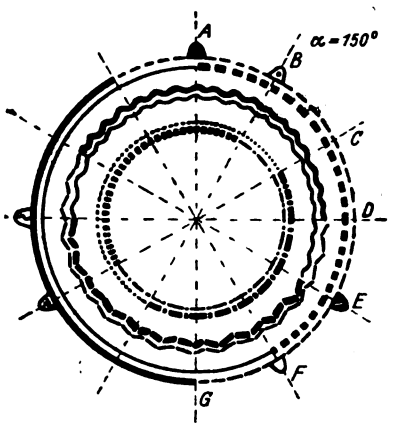


Abb. 14.

Abb. 13 die Stromverteilung Abb. 14; die geometrische Zusammensetzung der in jedem Draht fließenden Teilströme nach Abb. 15 für

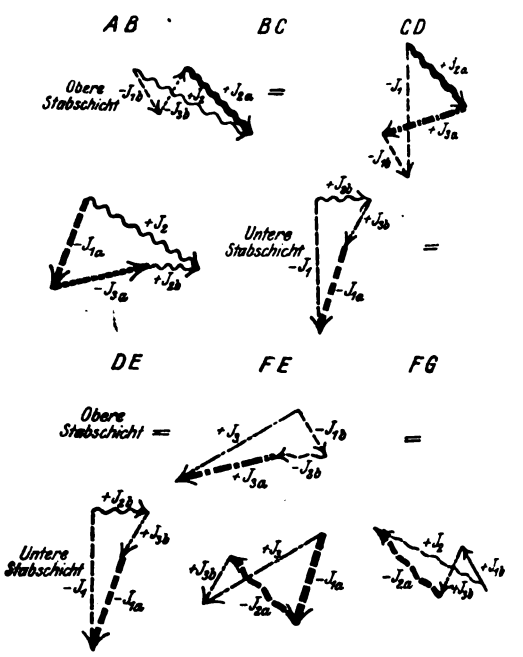


Abb. 15.

die einzelnen Teile des Ankerumfanges ergibt schließlich die Abb. 16.

Wie wir erkennen, fließt in jedem Draht wieder der Phasenstrom J, die Stromwärme ist

$$V = J^2 r_s \,.\, z\,.$$

Digitized by Google

Es hat sich also in bezug auf die Größe der Stabströme gegenüber der Kurzschlußstellung nichts geändert. Die Verteilung der

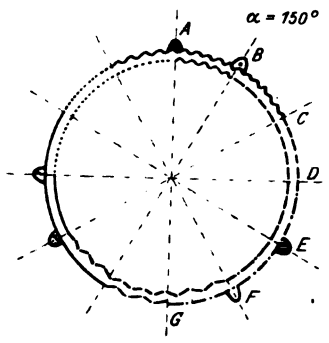


Abb. 16.

Phasen und damit die magnetische Wirkung ist natürlich eine andere geworden.

$$\alpha = 120^0.$$

Für diesen Grenzwert erhalten wir auf genau dieselbe Weise wie oben die Stromverteilung Abb. 17.

Für $\alpha = 60^0$ wird nach Abb. 19 die Stromwärme:

$$V = J^2 r_s \cdot \frac{z}{2}.$$

Für $\alpha = 30^0$ wird nach Abb. 20:

$$V = J^2 r_s \cdot \frac{z}{4}.$$

Für $\alpha = 0$, Leerlaufstellung, ist $V = 0$.

Die Stromwärme bleibt also für Bürstenwinkel über 120^0 konstant, während sie für

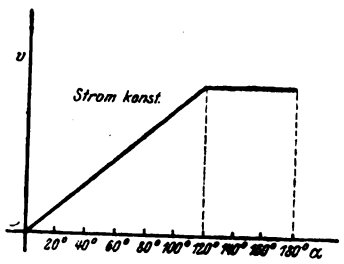


Abb. 21.

$\alpha < 120^0$ abnimmt, u. zw. nach einer Geraden (Abb. 21).

Nimmt man z. B. eine Sehnenwicklung, deren Spulenweite 150^0 des Ankerumfangs umfaßt, so erhält man bei zwei diametral gegenüberstehenden Bürsten das Bild der Abb. 22.

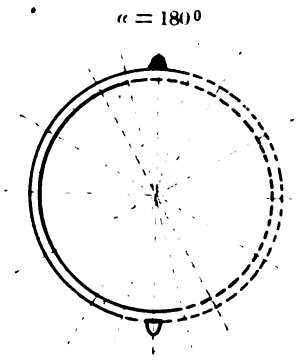


Abb. 22.

In magnetischer Hinsicht sind also Durchmesser- und Sehnenwicklung verschieden, in bezug auf den Drahtstrom sind sie völlig gleichwertig. Verfolgt man nun die Stromverteilung für verschiedene Bürstenwinkel, so erhält man die Abb. 23, 24, 25 und 26. Man sieht sofort,

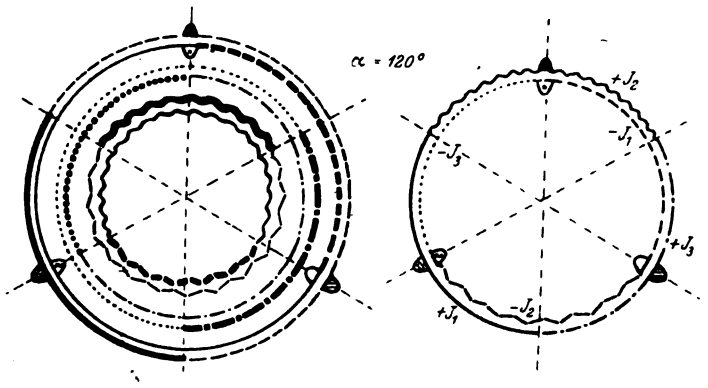


Abb. 17.

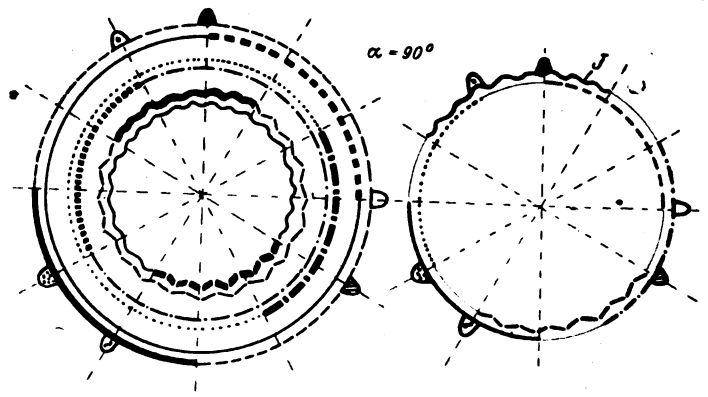


Abb. 18.

Hier überlappen sich die drei Phasen genau wie beim Dreibürstenanker; das kann nicht weiter wundernehmen, da die Ankerwicklung bei dieser Bürstenstellung tatsächlich an drei Punkten gespeist wird, die um 120^0 verschoben sind; an jedem dieser drei Punkte fließt die Differenz zweier Phasenströme zu. Wir haben hier wirklich einen Dreibürstenanker. Die Stromverteilung ist quantitativ noch immer dieselbe wie bei Kurzschlußstellung, die Stromwärme: $V = J^2 r_s \cdot z$.

Das ändert sich aber sofort, wenn man $\alpha < 120^0$ macht.

Bestimmt man z. B. die Stromverteilung für $\alpha = 90^0$, so erhält man Abb. 18.

Die Stromwärme ist folglich:

Für $\alpha = 180^0$ bis $\alpha = 120^0$: $V = J^2 r_s \cdot z$.

„ $\alpha < 120^0$: $V = J^2 r_s \cdot z \frac{\alpha}{120^0}$.

Sie wird dargestellt als Funktion des Bürstenwinkels nach Abb. 21. Für Durchmesserwicklung und sinusförmige Phasenströme gilt also:

1. Die Stromverteilung auf die Ankerdrähte ist unabhängig von der ungleichen Impedanz der parallelen Zweige.
2. Die Stromwärme ist für Bürstenwinkel größer als 120^0 konstant. Für $\alpha < 120^0$ nimmt sie ab.

daß die Wicklung genau dieselbe Stromwärme entwickelt, wie die früher besprochene Durchmesserwicklung.

Bisher wurde vorausgesetzt, daß die Spannungen und Ströme sich zeitlich nach dem Sinusgesetz ändern. Ist das nicht der Fall, liegt also eine beliebige Kurvenform der Spannung vor, so läßt sich diese immer in ihre Harmonischen zerlegen. Für die Grundwelle gilt das oben Gesagte ohne Einschränkung. Für die Oberwellen ist zu beachten, daß die Reaktanz der Ankerwicklung für diese entsprechend ihrer höheren Frequenz größer, während der Ohmsche Widerstand derselbe ist. Die zeitliche Verschiebung der Oberströme wird daher

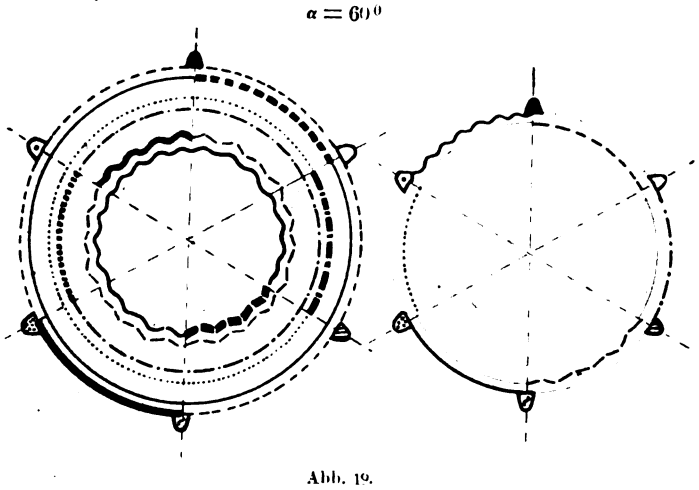


Abb. 19.

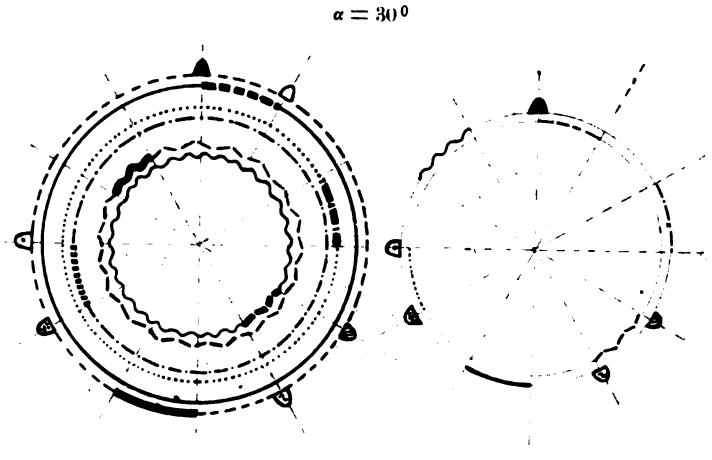


Abb. 20.

Es ist hier ein Teil der Ankerleiter stromlos, während in den übrigen wieder der Phasenstrom J fließt. Die Stromwärme wird dann:

$$V = J^2 r_s \cdot \frac{3}{4} z.$$

II. Sehnenwicklung.

Bei Sehnenwicklung mit verkürztem oder vergrößertem Wicklungsschritt ist die Stromverteilung auf die Ankerzweige von vornherein etwas anders als bei Durchmesserwicklung.

eine andere, im allgemeinen größere sein, als die der Grundwelle gegenüber der Spannung; jedenfalls aber werden auch jene sich im selben Verhältnis wie diese auf die beiden Ankerzweige verteilen müssen, so daß also für verzerrte Kurven folgendes gilt: Die Stromwärm.

Digitized by Google

verläuft von $\alpha = 0$ bis $\alpha = 180^0$ nach derselben Kurve (Abb. 21) wie bei Sinusform; die Kurvenform der Drahtströme wird wie bei jedem Stromkreis durch Widerstand und Induktivität der Wicklung bestimmt, ist aber bei genau symmetrischer Anordnung der Ankerdrähte in jedem Draht dieselbe und identisch mit der der Bürstenströme.

Faßt man nun das Ergebnis der ganzen Untersuchung zusammen, so zeigt sich folgendes:

Die Stromwärme in einem Drehstrom-Kollektoranker, der über sechs Bürstensätze

$\alpha = 150^0$

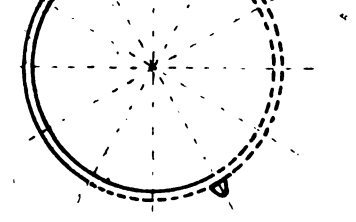


Abb. 24.

gespeist wird, bleibt bei Verschiebung der einen Bürstenhälfte bis zu einem Winkel von 60^0 aus der diametralen (Kurzschluß-) Stellung konstant, bei weiterer Verschiebung nimmt sie nach einer geradlinigen Funktion ab. Dabei ist es gleichgültig, ob die Spulenweite kleiner,

$\alpha = 120^0$

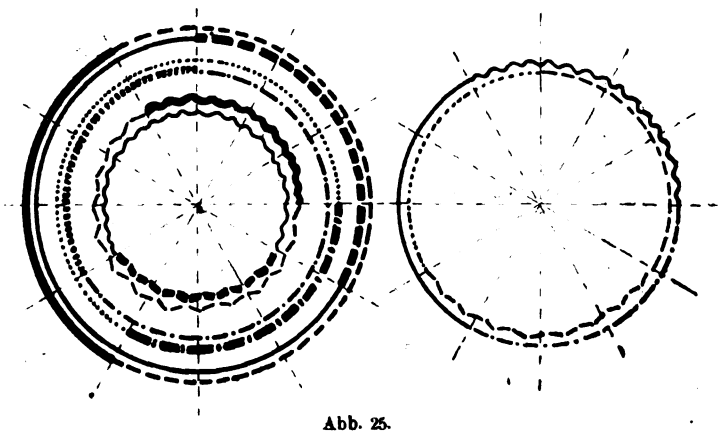


Abb. 25.

gleich oder größer als eine Polteilung ist; die Spannung an den Bürsten kann dabei nach einer beliebigen Funktion der Zeit verlaufen. Die Kurvenform der Drahtströme ist dieselbe wie die der Bürstenströme.

Für die Praxis ergeben sich daraus wertvolle Tatsachen. Gewöhnlich wählt man als Bürstenwinkel bei normalem Betrieb $\alpha = 120^0$. Dies ist, wie man aus Abb. 21 sieht, gerade der Punkt, in dem die Stromwärme beginnt abzunehmen. Man sollte nun nach den bisherigen Betrachtungen erwarten, daß es günstiger wäre, den normalen Bürstenwinkel kleiner anzunehmen, da dann ja die Stromwärme geringer würde, was einer kleineren Ankerlänge entsprechen würde. Es ist jedoch zu beachten, daß mit der Verkleinerung des Winkels α eine Verschlechterung des Leistungsfaktors verbunden ist, abgesehen von der geringen Ausnutzung der Ankerwicklung. Anderseits wäre es ohne weiteres gestattet, den Winkel α größer zu nehmen, da ja die Stromwärme nicht mehr zunimmt. Dies ist jedoch deshalb nicht wünschenswert, weil damit die Überlastungsfähigkeit bei konstanter Drehzahl herabgesetzt würde, oder, was das gleiche bedeutet, eine Erhöhung der Drehzahl bei konstantem Moment nicht möglich wäre, was doch meist verlangt wird.

Bei konstantem Drehmoment ist gewöhnlich der Strom des Drehstrom-Reihenschlußmotors bei normalem Betrieb ein Minimum, während er bei höherer und niederer Drehzahl steigt. Für höhere Drehzahl ist damit eine größere Erwärmung des Motors verbunden, bei geringer Drehzahl dagegen wird infolge des kleineren Bürstenwinkels die Stromwärme des Ankers nahezu konstant bleiben, vielleicht sogar sinken. Das ist wertvoll, wenn der Motor z. B. sehr oft anlaufen muß, wobei man gegebenenfalls den Strom noch stärker vergrößern kann als dem normalen Drehmoment entspricht, um eine möglichst große Beschleunigung zu erhalten ohne allzugroße Erwärmung der Wicklung. Bei Motoren für mit der Drehzahl wachsendes Moment dagegen, z. B. Ventilatormotoren, kommt das weniger in Frage, da hier der Anlaßstrom ohnedies viel kleiner ist.

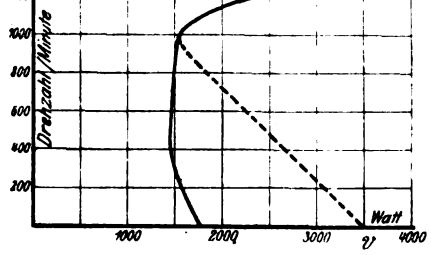


Abb. 27. Ankerstromwärme bei konstantem Drehmoment.

Wieviel diese Verminderung der Läuferkupferverluste bei kleinen Bürstenwinkeln ausmacht, ist am besten aus einem Beispiel zu ersehen. Es ist in Abb. 27 die Stromwärme V im Anker eines Drehstrom-Reihenschlußmotors bei konstantem Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahl aufgetragen. Die gestrichelte Kurve würde die Kupferverluste darstellen, wenn diese proportional dem Quadrat des Stromes wachsen würden, wenn also die Verkleinerung des Bürstenwinkels keinen Einfluß hätte. Die Stromwärme wäre in diesem Fall für konstantes Drehmoment bei Anlauf ($\alpha_a = 60^0$) 128% größer als bei normalem Betrieb ($\alpha = 120^0$, $n = 1000$), während sie in Wirklichkeit nur 14% größer ist. Sie hat ein Minimum

$\alpha = 60^0$

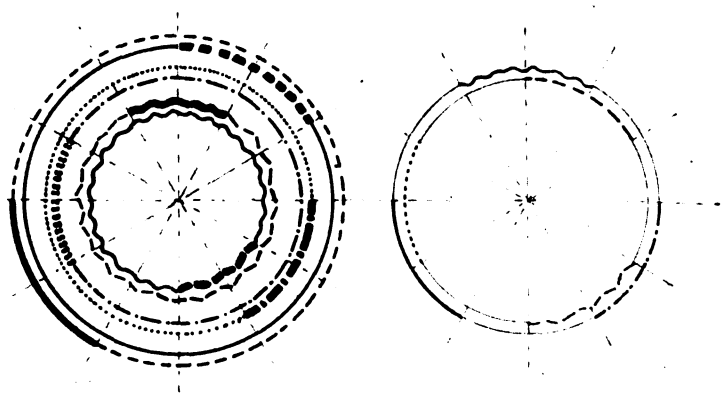


Abb. 26.

bei $n = 400$, während das des Läuferstromes bei $n = 1000$ liegt. Die Kurven sind rein rechnerisch ermittelt für eine Maschine von 50 kW aufgenommener Leistung bei 1000 Umdr/min.

Elektromagnete für Heilzwecke.

Von H. du Bois.

(Schluß von S. 175.)

III. Messungen.

Zur topographischen Bestimmung magnetischer Felder, insbesondere für attraktorische Zwecke, bediente man sich von jeher ferromagnetischer Probekugeln[2]). Unterhalb der Sättigung beträgt z. B. die Zugkraftkomponente

$$\mathfrak{F}_x = \frac{3}{4\pi} V \mathfrak{H} \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x} = \frac{\mathfrak{r}^3}{2} \frac{\partial \mathfrak{H}^2}{\partial x};$$

bezogen auf das Gewicht $G = gDV$ wird also die Verhältniszahl

$$\frac{\mathfrak{F}_x}{G} = \frac{3}{8\pi g D} \frac{\partial \mathfrak{H}^2}{\partial x},$$

also unabhängig von den magnetischen Eigenschaften des ungesättigten Materials und umgekehrt proportional seiner Dichte. Der Zahlenwert $\mathfrak{F}_x/G = 1$ entspricht dem leicht realisierbaren Falle, daß die Probekugel in gewisser Entfernung unter dem Magnet eben noch getragen wird; man kann diese „Tragweite" oder „Sprunghöhe" nennen. Legt man eine solche Kugel in ein gerade passendes Glasrohr, so kann man die Kraftkomponenten in beliebiger Richtung leicht untersuchen. Denkt man sich eine Schar sogenannter „isopedischer" Niveauflächen, in denen der Feldwert und somit sein skalares Quadrat vorgegebene numerische Werte aufweist, so ist die Zugkraft bekanntlich stets senkrecht zu diesen gerichtet.

Es wurden im allgemeinen beim Darmmagnet Kugeln von 1 cm Durchmesser ($V = \pi/6 = 0{,}5236$ cm³) verwendet und die Anziehung mittels Federwage gemessen. Entsprechend obiger Formel ist die Tragweite einer Eisenkugel ($D = 7{,}86$) kleiner als diejenige einer Magnetitkugel ($D = 5{,}25$). Am weitesten kommt man mit Pillen aus Ferroferrit (Fe_3O_4) mit etwas Klebestoff und einem leichten, unmagnetischen Pulver gemischt (Dichte 2 bis 2,5). Solche Pillen entsprechen zwar dem in der Darmchirurgie verwendeten Einlauf; sie bilden indessen kein kontinuierliches Ferromagnetikum, so daß die Theorie nicht ohne weiteres anwendbar erscheint. Die Kurven der Abb. 9 stellen für einige Substanzen die spezifische Magnetisierung $\mathfrak{S}$ von

[2]) H. du Bois, „Magnetische Kreise", Berlin 1894, S. 262 ff.

Digitized by Google

massiven Kugeln mit dem Entmagnetisierungsfaktor $4\pi/3$ dar als Funktion des Außenfeldes $\mathfrak{H}$; bis zu etwa 3 Kilogauss überwiegt offenbar der Magnetit. Schließlich ordnen sich jedoch nach Erreichen der Sättigung die Substanzen naturgemäß nach ihren spezifischen Maximalmagnetisierungen; u. zw. bei um so schwächeren Feldern, als der Entmagnetisierungsfaktor kleiner, die Gestalt also eine gestrecktere, von der Kugel mehr abweichende ist.

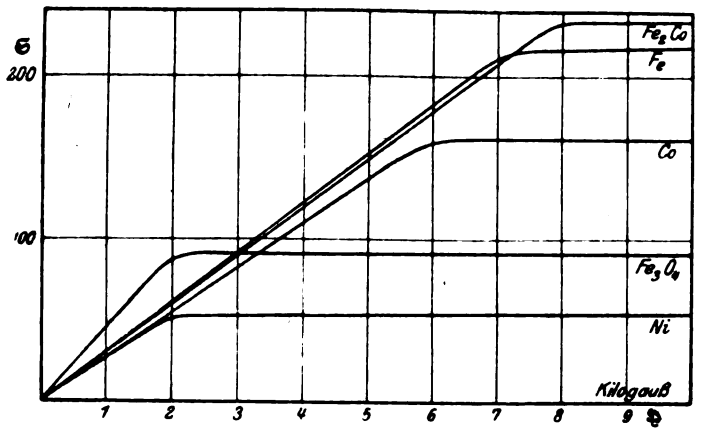


Abb. 9.

Untersucht wurde in erster Linie ein Darmmagnet größeren Modells wie oben beschrieben. Zur Bestimmung der Feldtopographie für verschiedene Abstände und Stromstärken wurde sie in üblicher Weise durch Feilicht fixiert; der Feldwert wurde mittels einer Probespule von 7,29 cm² Windungsfläche gemessen. Abb. 10 enthält eine Anzahl hierauf bezüglicher instruktiver Kurven, deren Abszissen die achsialen Entfernungen vom Scheitelpunkt des konkaven Arbeitspols darstellen:

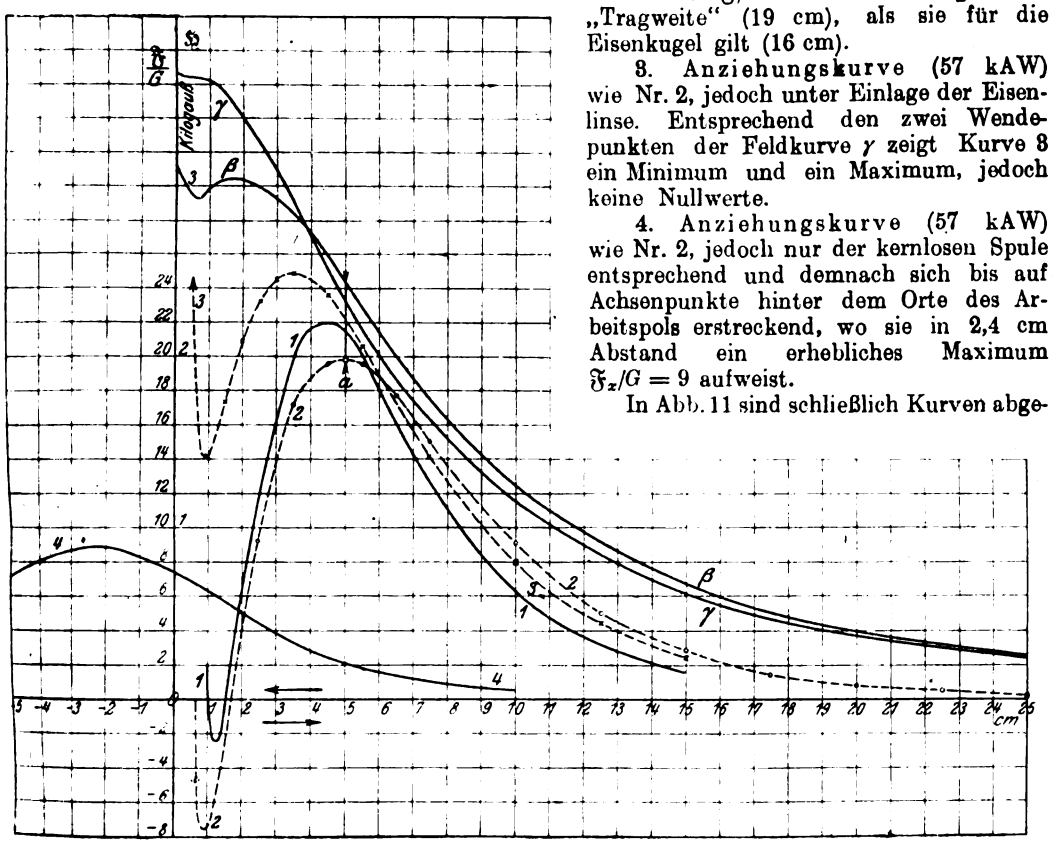


Abb. 10.

β: Feldkurve für eine Leistung von 2,82 kW und eine Erregung von 57 kAW; die rechte Ordinatenskala gibt die Feldstärke in Kilogauss. Vom Scheitelpunkt ausgehend, begegnet man zuerst einem Längsminimum des Feldes, zweitens einem Längsmaximum in etwa 1,7 cm Abstand. Diesen „neutralen" Punkten entsprechen der allgemeinen Feldtheorie gemäß einmal ein transversales Maximum, zweitens ein Querminimum, und nach den vorstehenden Betrachtungen ein labiler bzw. stabiler Nullpunkt der Anziehung. Bringt man, wie beschrieben, ein Glasrohr mit beweglicher Pille in die Achse, so bleibt diese in letzterem Punkte hängen.

γ: Feldkurve für die gleiche Erregung unter Einlage einer eisernen Plankonvexlinse, wodurch der Kern eine ebene Stirnfläche erhielt. Die anfänglichen Singularpunkte entarten nunmehr zu einem Wendepunkte ohne Extremwerte, und die Kurve liegt anfänglich höher als β, mit der sie dann in größeren Abständen ziemlich zusammenläuft.

1. Anziehungskurve (57 kAW) auf Eisenkugel. Die Zugkraft $|\mathfrak{F}_x/G$ (linke Ordinatenskala) schwindet bei 1,0 und 1,5 cm Entfernung des Kugelzentrums vom Scheitelpunkt, dazwischen herrscht Abstoßung; die geringe Abweichung von den neutralen Feldpunkten ist bedingt durch die induktive Wechselwirkung der Kugel auf die Verteilung im Kern nahe dem Scheitel.

2. Anziehungskurve (57 kAW) auf Ferroferritpille. Die Anziehung schwindet hier bei 0,6 und 1,7 cm Entfernung in guter Übereinstimmung mit den neutralen Feldpunkten bei β. Sie erreicht bei 5 cm Abstand ein Maximum und liegt fernerhin höher als Kurve 1; dementsprechend erreicht sie auch den Wert $\mathfrak{F}/G = 1$ bei einer größeren „Tragweite" (19 cm), als sie für die Eisenkugel gilt (16 cm).

3. Anziehungskurve (57 kAW) wie Nr. 2, jedoch unter Einlage der Eisenlinse. Entsprechend den zwei Wendepunkten der Feldkurve γ zeigt Kurve 3 ein Minimum und ein Maximum, jedoch keine Nullwerte.

4. Anziehungskurve (57 kAW) wie Nr. 2, jedoch nur der kernlosen Spule entsprechend und demnach sich bis auf Achsenpunkte hinter dem Orte des Arbeitspols erstreckend, wo sie in 2,4 cm Abstand ein erhebliches Maximum $\mathfrak{F}_x/G = 9$ aufweist.

In Abb. 11 sind schließlich Kurven abgebildet, welche die Anziehung als Funktion der Stromstärke darstellen.

2. Anziehungskurven auf Ferroferritpille im Abstande 5 cm (Kurve 2 a) bzw. 10 cm (Kurve 2 b) vom Scheitelpunkt; die Kurven gehen bis auf etwa 4/5 Sättigung. Die Schaulinien 4 a bzw. 4 b zeigen die entsprechende reine Spulenwirkung ohne Eisenkern, welche dem Stromquadrat ungefähr proportional verläuft und nicht unerheblich ist.

Außerdem wurden eine Anzahl Anziehungskurven mit verschiedenen Polarmaturen aufgenommen. Erwähnt sei nur, daß für einen abgestutzten Kegel (Abb. 6) maximale Anziehung in 2 bis 3 cm Abstand von der Stirnfläche stattfand und dort $\mathfrak{F}_x/G = 50$ war; in mehr als 7 cm Entfernung wurde die Anziehung geringer als ohne Polschuh. Mit einem Schleppol nach Abb. 8 erhielt man eine transversale Zugkraft bis zum 25-fachen Gewicht in 2,5 cm Abstand.

In zweiter Linie gelangte dann das kleinere Modell zur Untersuchung, welches, wie gesagt, vorwiegend als Augenmagnet gedacht ist. Hier wäre die Verwendung einer Pille aus dem „Einlauf"präparat nicht angezeigt wie beim Darmmagnet. Auch empfiehlt sich auf diesem schon mehrfach bearbeiteten Gebiete der Anschluß an übliche Meßverfahren; aus der bereits erwähnten Literatur seien in quantitativ messender Hinsicht die Arbeiten Volkmanns und Edelmanns[1]) hervorgehoben. Die Erfahrung lehrt, daß es sich bei Augenverletzungen fast immer um Teilchen mit Vorzugsrichtung handelt, d. h. um längliche „Splitter", noch häufiger um abgeblätterte „Schilfer", u. zw. kleine bis 20 mg Gewicht, mittelgroße

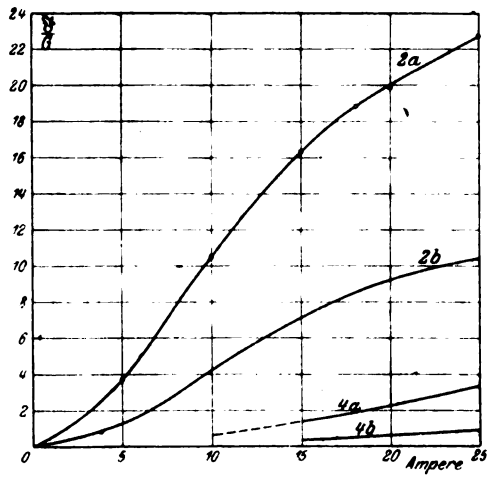


Abb. 11.

bis 200 mg, übergroße über 200 mg. Oft sind sie gekrümmt und mit winzigen Häkchen behaftet. Nur sehr ausnahmsweise kommen „Körner" vor, ganz selten auch kugeliges Schrot aus Gußeisen (Rollet). Lehrreich ist eine Sammlung extrahierter Eisenkörper, welche der Augenarzt H. K. de Haas in Rotterdam angelegt hat. Es ist nun erwähnt, daß der Eisenkörper noch gesättigt werden könne, wenn er sich am hinteren Augenpol in etwa 25 mm Tiefe befindet; diese Entfernung ist also die maßgebende; wenn die Zugkraft hierfür genügt, so tut sie es erst recht für geringere Abstände.

Man wird also ganz überwiegend mit gesättigten Teilchen zu tun haben und die Polspitzen danach gestalten; es könnte nun logisch erscheinen, auch für die Messungen einen „Normalsplitter", etwa ein Drahtstückchen von bestimmtem Dimensionenverhältnis heranzuziehen. Mit Rücksicht auf die Messungen am Darmmagnet und die sonst eingeführte Gepflogenheit, habe ich mich indessen der üblichen ausgeglühten Stahlkugeln bedient; u. zw. entweder der meist gebrauchten von 3,98 mm Durchmesser und 0,257 g Gewicht oder solcher von 6,26 mm Stärke und genau 1,000 g Gewicht, mittels derer man also direkt $\mathfrak{F}/G$ mißt. Von den vielen Messungen seien nur folgende angeführt, die mit einer abgestutzt konischen Polspitze für Tiefenwirkung in 25 mm Abstand angestellt wurden, wobei $\alpha = 37{,}5°$ war, und deren Form sonst den oben dargelegten Grundsätzen entsprach.

Bei Verwendung eines Kerneinsatzes mit Polspitze aus Ferrokobalt dürften diese Zahlen wohl noch um etwa 15% überschritten werden. Der Kern war mit 10 000 Windungen Emailledraht von durchweg 0,9 mm Stärke

[1]) W. Volkmann, „Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.", Bd 39, 1901, S. 417; Bd. 40, 1902, S. 1, 113, 353; Bd. 41, 1903, S. 217, 444; „Ber. Ophtalm. Ges.", Bd. 30, 1902, S. 91; „ETZ" 1902, S. 158; M. Th. Edelmann, „ETZ" 1900, S. 794; „Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.", Bd. 41, 1903. Eine angebliche physiologische Empfindlichkeit des Auges für magnetische Felder untersuchten neuerdings C. E. Magnusson und H. C. Steven, „Phil. Mag." Bd. 28, 1914, S. 188.

Digitized by Google

Strom	Erregung	Leistung	Relative Zugkraft Z/G bei Abständen von mm				
A	kAW	kW	10	15	20	25	30
1	10	0,11	—	—	—	4,5	—
2	20	0,43	—	—	—	19,5	—
3	30	0,96	—	—	—	39	—
4	40	1,70	215	131	85	54	37
5	50	2,65	—	—	—	68	—
6	60	3,83	—	—	—	79	—

bewickelt, verteilt über 8 gleiche Spulen. Als normaler Betriebsstrom galt 4 A, welcher 15 min lang eingeschaltet werden konnte; während 5 min lang etwa 6 A zulässig war. In größeren Kliniken spielen die angegebenen Leistungen keine Rolle, namentlich nicht während der Tageszeit; eine ökonomischere Schaltung, bei der die Stromdichte vom Arbeitspol nach rückwärts abnahm, ergab übrigens bei nur halber Leistung immer noch 77% der Zugkraft.

Durch die Gesamtheit der Versuche und Messungen wurden die vorstehenden theoretischen Ausführungen bestätigt. Die beschriebene Konstruktion dürfte auch den medizinischerseits gestellten, zuweilen untereinander ziemlich abweichenden Anforderungen im großen und ganzen gerecht werden. In dieser Beziehung bin ich den Herren Gaffron, Berlin, Goldschmidt, Leipzig, Greeff, Berlin, de Haas, Rotterdam, von Heß, München, Payr, Leipzig, Sattler, Leipzig, Snellen, Utrecht und Straub †, Amsterdam, für die Äußerung mancher Wünsche und Anregungen zu großem Dank verpflichtet.

Übersicht. Zwei Modelle von Elektromagneten für Heilzwecke werden beschrieben, von denen das größere der Behandlung des Magen-Darm-Kanals angepaßt ist; das kleinere läßt sich in gewissem Umfang hierzu ebenfalls verwenden, ist aber zugleich als kräftiger Augenmagnet gedacht.

Die theoretisch beste Gestalt der Polspitzen verschiedenster Form wird auf Grundlage des Faraday-Kelvinschen Satzes erörtert. Auch wird der Einfluß einer sich ähnlich bleibenden Größenänderung eines Elektromagnets festgestellt.

Schließlich werden eine größere Anzahl Messungen an beiden Modellen mitgeteilt, und sowohl Feldkurven wie Anziehungskurven für verschiedene Entfernungen von der Polspitze dargestellt.

Der Kerbverbinder im Freileitungsbau.

Die bisher bei Freileitungen verwendeten Leitungsverbinder bestehen aus mehreren Einzelteilen, die beim Verlegen der Leitungen zusammengeschraubt bzw. genietet werden müssen. Diese Montage gestaltet sich, insbesondere wenn sie oben an den Leitungsmasten vorgenommen werden muß, meistens schwierig und erfordert viel Werkzeug und Einzelhandgriffe.

Im Nachstehenden wird ein neuer Leitungsverbinder, der sogenannte Kerbverbinder, besprochen, bei dem Schrauben und Nieten ganz vermieden sind, und der mittels eines einzigen Werkzeuges, u. zw. einer sogenannten Kerbzange, mit den Leitungen fest verbunden wird, so daß die Leitungsverbindung elektrisch und mechanisch den in Betracht kommenden Bedingungen mit der geforderten Sicherheit entspricht.

Der Kerbverbinder besteht aus einer Metallhülse von länglichem Querschnitt (Abb. 1), in welche die Enden der zu verbindenden Leitungen hineingeschoben werden. Mit der Kerbzange werden in Richtung der größeren Querschnittachse einige Einkerbungen auf beiden

Abb. 1.

Seiten der Hülse in abwechselnder Reihenfolge eingepreßt, so daß die in der Abb. 2 dargestellte Verbindung entsteht. Da für die einzelnen Querschnitte der Leitungen passende Hülsen verwendet werden, so entsteht durch die Einkerbung eine große Reibung zwischen Hülse und Leitungsdrähten, welche innerhalb der Hülse einen wellenförmigen Verlauf aufweisen (Abb. 3), ähnlich der Gestalt, welche die Leitungen in den bekannten Nietverbindungen annehmen (Abb. 4). Man kann sich die neue Verbindung auch aus einer Nietverbindung in der Weise entstanden denken, daß diese der

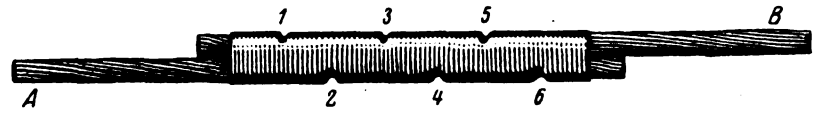


Abb. 2.

Länge nach aufgeschlitzt und beide durch die Niete deformierte Seilstücke nun mit dem Rücken gegeneinander gelegt werden. Die Nietendrücke liegen dann an den beim Kerbverbinder durch die Zange hervorgerufenen Eindrücken.

Die Lebensdauer der verwendeten Konstruktionsteile spielt bei Freileitungen eine

Abb. 3. Kerbverbindung.

große Rolle; man wird also danach streben müssen, auch die Verbinder vor jeder Art von Verwitterung möglichst zu schützen. Um elektrolytische Zerstörungen zu vermeiden, wählt man daher für die Hülse entweder das gleiche Metall der Leitung, oder man versieht die Hülse mit einem haltbaren Überzug aus

Abb. 4. Nietverbindung.

dem Leitungsmetall. Gehärtetes Hülsenmaterial erhöht die Festigkeit der Verbindung, da ein leichter Eindruck in der Oberfläche der Leitung selbst quer zur Drahtrichtung entsteht.

Um nachteilige Zugspannungen innerhalb der Hülse zu vermeiden, werden die Einkerbungen, an einem Ende der Hülse beginnend, nacheinander angebracht, wie es in Abb. 2 angegeben ist. Es ist auch besonders darauf zu achten, daß die erste Einkerbung, welche dem Ende der Hülse am nächsten liegt, auf der Seite der Hülse angebracht wird, an welcher das freie Ende der Leitung *B* (Abb. 2) liegt, da hierdurch die andere Leitung *A*, welche den ganzen Zug in der Leitungsrichtung erleidet, eine größere Reibungsfläche an der Hülsenwandung und mit der anderen Leitung bis zum Punkt 2, wo sie eingekerbt ist, erhält. Die innige Berührung zwischen Hülse und Leitungsdrähten gewährleistet auch einen vollkommenen elektrischen Kontakt.

Infolge des großen Druckes zwischen Leitungen und Hülse und des wellenförmigen Verlaufes der Drähte in der Hülse, sowie dadurch, daß der Eindruck in den Drähten quer zu ihrer Richtung liegt, ist die Reibung so groß, daß bei den zahlreichen Zerreißversuchen mit Eisenseil von 25, 35, 50 und 70 mm² Querschnitt die Kerbverbindungen mindestens einen Zug von 1200, 1600, 2200 und 3000 kg, d. h. 48, 46, 44 und 43 kg/mm² aufnehmen konnten. Dieser Zug, auf die Zugfestigkeit des Seiles (40 bis 50 kg/mm²) bezogen, beträgt 85 bis 100%, entspricht also immer der in den Normalien für Freileitungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker vom 1. I. 1914 vorgeschriebenen kleinsten Festigkeit von 85% der Seilfestigkeit. In den meisten Versuchen, wo beim Reißen des Seiles eine Auslösung der Verbindung nicht zu erreichen war, lagen die Zerreißstellen immer außerhalb der Hülsen. Die zweckmäßigste Form und Abmessungen der Einkerbungen, die für die Ausführung der Kerbzange maßgebend sind, wurden durch Versuche festgestellt.

Zur Herstellung der Einkerbungen wird die in Abb. 5 dargestellte Zange benutzt. Man legt die Hülse, in welche die beiden Seilenden eingeführt sind, zwischen die zwei Einsatzstücke der Zange, die jeweils dem Leitungsquerschnitte entsprechen, und dreht die Spindel *S* mit Hilfe der Kurbel *K*, bis die beiden Zangenschenkel bei *A* vollständig zusammenliegen.

Zum Schlusse sei noch darauf hingewiesen, daß die neue Verbindung den Bestrebungen, Material und Arbeitskräfte zu sparen, in denkbar weitestem Maße entgegenkommt, werden doch unter Zugrundelegung des Friedensbedarfes schätzungsweise 8 Mill. Schrauben oder Nieten gespart. Die benötigte Materialmenge kann geringer nicht gedacht werden.

Anläßlich der Auswechslung von Kupferleitungen gegen verzinkte Eisenleitungen wurden bereits mehrere Tausend Kerbverbinder verwendet, wobei sich herausstellte, daß sich nicht nur eine nennenswerte Ersparnis an Arbeitslöhnen infolge der einfachen Herstellung der Kerbverbindung erzielen läßt, sondern daß

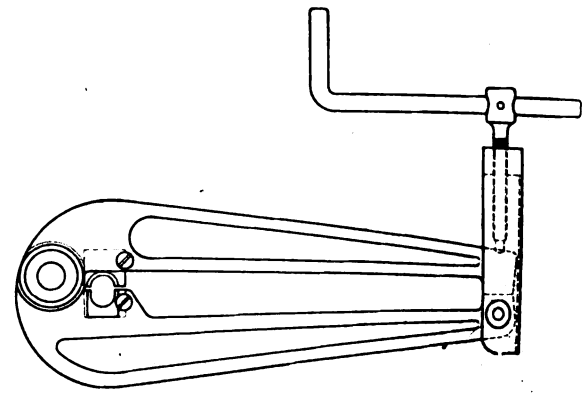


Abb. 5.

das Montagepersonal auch bei strengstem Frost oben am Mast die Verbinder willig und gänzlich einwandfrei herstellte, so daß durch die Kerbverbinder auch die letzte vom Standpunkt der Betriebssicherheit zu stellende Anforderung vollauf erfüllt sein dürfte: Ausschaltung des Einflusses unzuverlässigen Montagepersonals auf die Güte der Arbeit.

Dr. A. Vilanova.

Die Besetzung leitender Stellen.[1])

Von Prof. **Dr.-Ing. R. Weyrauch**, Stuttgart.

Das Wort „Freie Bahn dem Tüchtigen" kann als ernst gemeinte Forderung doch wohl nichts anderes bedeuten, als daß es jedem hervorragenden Menschen von entsprechenden Vorkenntnissen, gleichviel auf welchem Wege diese erworben wurden, möglich sei, frei von unübersteigbaren Schranken einseitiger Berechtigungen in leitende Stellungen zu gelangen, und zwar noch in den Jahren voller Arbeitskraft.

Unter leitenden Stellungen verstehen wir diejenigen, deren Inhaber große Behörden und Betriebe zu übersehen, zu organisieren und zu verwalten haben. Leitende Persönlichkeiten sind also stets in mehr oder weniger großem Umfange richtunggebend für das ihnen anvertraute Unternehmen. Von der fachmännischen Besetzung der zweiten Stellen ist in der Folge nicht die Rede.

Was zur Ausfüllung leitender Posten gehört, läßt sich nicht mit einem Wort sagen, denn außer positiven Kenntnissen erfordert leitende Verwaltungstätigkeit eine ganze Reihe von Eigenschaften, wie Unabhängigkeit des Urteils, Freiheit von einseitigem Fachwissen, Weitblick, Fähigkeit, sich rasch in Neues einzufühlen, Kommendes vorauszuahnen, Menschenkenntnis, Charakterstärke, Unternehmungsgeist, große Arbeitskraft und, um das Wort auszusprechen, Freude am Herrschen.

Schon ein flüchtiger Blick auf diese Eigenschaften des Willens und des Intellekts zeigt, daß sie sich allesamt nicht durch irgend eine Vorbildung erwerben lassen. Sie müssen im wesentlichen angeboren sein und können nur zum geringsten Teile durch Studium, am ersten noch durch frühzeitige praktische Betätigung entwickelt und ausgebildet werden. Es handelt sich eben hier durchaus um natürliche Anlagen, die man wohl fördern oder verkümmern lassen, nicht aber lehren kann. Diese Anlagen haben daher — und das ist von ausschlaggebender Bedeutung — gar nichts zu tun mit Fachwissen oder „Sachverständigkeit".

Bei der heutigen Bedeutung äußerster Menschenökonomie auch auf geistigem Gebiet dürfen Standesansprüche und -rücksichten keine ausschlaggebende Rolle mehr spielen.

[1]) Aus „Technik und Wirtschaft", Bd. 10, Heft 12. Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 253, 268, 288, 526, 527, 535, 538, 559.

Digitized by Google

Der wirtschaftlich-technische Aufbau des heutigen Lebens bringt es mit sich, daß zu seiner Leitung und Verwaltung vorwiegend (nicht ausschließlich) Ingenieure, Juristen und Volkswirte (NB. alphabetische Reihenfolge) in Betracht kommen. Daß aber keiner dieser drei Berufe auf Grund der Vorbildung allein in Frage kommen darf, dies zu zeigen, ist mit die Aufgabe der folgenden Zeilen.

Beginnen wir mit der Technik: Den Nieter in der Maschinenfabrik kümmert zunächst nur seine Nietarbeit, den Werkstattingenieur die Ausführung der ganzen Maschine. Für den verantwortlichen Leiter des Fabrikunternehmens schließlich ist die ganze Produktion des Werkes samt all der aufgewandten geistigen Arbeit seiner Ingenieure und jener der Arbeiter nur Mittel zum Zweck des Wirtschaftens: nur das Endergebnis stellt er in Rechnung. Ist er von Hause aus Ingenieur, so müßte er die einseitige Verfolgung technischer Forderungen soweit beiseite lassen, als sie seiner neuen, im Sinne des Unternehmens höheren Aufgabe, dem Wirtschaften, entgegenstehen sollten.

Das klingt vielleicht manchem von jenen Technikern wunderlich, die immer wieder fordern, sie müßten gerade in ihrer Eigenschaft als Techniker mit leiten und verwalten wie die Juristen. Auf der einen Seite bekämpfen diese Kreise mit Recht den Irrtum, daß der Jurist als solcher für die höhere Verwaltungslaufbahn qualifiziert sei, auf der andern Seite verlangen sie, daß dasselbe für den Techniker gelten solle. Dafür sind sie bereit, jeden Techniker — also auch die Architekten! — pflichtmäßig in den zum Leiten und Verwalten nötigen Fächern auszubilden. Das ist aber als allgemeines Bildungsziel nur auf Kosten anderer Fächer der technischen Bildung zu erreichen.[1]) Man braucht nur die gewaltige Wandlung zu betrachten, welche England und Frankreich während dieses Krieges in technisch-organisatorischer Beziehung durchgemacht haben, um diesen Plan aufs bestimmteste zu verwerfen. Bei den durch den Krieg aufs höchste geschärften technischen Waffen werden für Deutschland, das Land technischer Veredelungsprozesse, die bestausgebildeten Techniker gerade gut genug sein. Was sollen wir da den ganzen technischen Nachwuchs mit Dingen belasten, die nur Einzelne brauchen und die die Gesamtheit in ihrer Fachausbildung schädigen!

Wir brauchen zehntausend tüchtige Ingenieure auf vielleicht hundert tüchtige juristische Fachleute.

Man muß doch bedenken, der Jurist, der als Verwaltungsmann Hervorragendes leistet, tut dies nicht, weil er Jus studiert hat. Auch der Nichts-als-Jurist wäre bei einer höheren Verwaltungsbehörde nur als Sachverständiger, ebenso wie der Nichts-als-Volkswirt nur als volkswirtschaftlicher Beirat zu gebrauchen.

Es ist also an sich, streng genommen, ein Denkfehler des Gesetzgebers gewesen, als er durch das preußische Gesetz vom Jahre 1906 „über die Befähigung für den höheren Verwaltungsdienst" bestimmt hat, daß höherer Verwaltungsbeamter nur werden kann, wer sechs Semester an einer Universität studiert und die erste juristische Prüfung abgelegt hat. Dieser Denkfehler wird aber nicht dadurch besser, daß man ihn auch bei anderen Berufen macht.

Nun zum Juristen: Man wird heute schwerlich behaupten wollen, ohne die juristischen Kenntnisse, die der Referendar von der Universität mitbringt, sei höhere Verwaltungstätigkeit ausgeschlossen. Zwischen der Gesetzeskunde des jungen Juristen und praktischer Verwaltungstätigkeit ist doch ein recht großer Unterschied. Gesetzesparagraphen machen so wenig den Juristen und Organisator, wie Formeln den begabten Konstrukteur.

Beim Juristen hat die Verknüpfung seines Studiums mit der Berechtigung zum höheren Verwaltungsdienst ursprünglich den praktischen Grund gehabt, daß für die Verwaltungstätigkeit eine gewisse Gesetzeskunde und formale Geistesbildung nötig ist. Vor allem aber ist der Jurist, schon als junger Richter oder Verwaltungsmann, durch die Mannigfaltigkeit der zu behandelnden Gegenstände und durch die formale Methode, mit der er ihnen zu Leibe geht, bei höherer Begabung in der Lage, trotz aller Fülle von Einzelfragen nicht im einzelnen rein Fachlichen stecken zu bleiben, sondern rasch eine gewisse Freiheit des Überblicks zu gewinnen.

Dieses sei ohne weiteres als Möglichkeit zugegeben. Anderseits liegt aber in der formalistischen, der juristischen Schulung entsprechenden Behandlungsweise der Probleme die immer deutlicher werdende Gefahr, daß die Bewältigung der ungeheuren neuzeitlichen technisch-wirtschaftlichen Hauptfragen nur zu sehr an der Oberfläche haften bleibt. Man kann eben nicht jedes Ergebnis technisch-wirtschaftlichen oder sonstigen Denkens in die Münze juristischer und verwaltungstechnischer Geschäftsregeln ausprägen, ohne daß das Ergebnis an innerer Lebensfülle, Wahrheit und Stoßkraft verliert.

Wie ist es aber bei uns? Man nehme irgend eine Angelegenheit öffentlichen Interesses, sei sie technischer, wirtschaftlicher, medizinischer, künstlerischer, pädagogischer oder kirchlicher Natur. Nicht die Sache bleibt das Entscheidende, sondern ihre formelle Behandlung, ihre Verwaltung, die Polizeivorschrift, die man dafür macht. So kann man selbst bei geringerer Sachkenntnis Entscheidungen treffen. Immer wieder tritt bei uns die Sache hinter ihrer formellen Behandlung zurück. So ist bei uns auch die Herrschaft des Bureaukratismus, des mittleren und Unterbeamten, des „Vorganges" statt der selbständigen Entschließung möglich geworden: Ich weiß wohl: solche Dinge kommen auch anderwärts vor, und wir sind doch eines der bestregierten Länder. Ich habe aber im Ausland nie das Maß machtbewußten Beamtendünkels empfunden, wie es sich gerade bei den unteren Organen unserer Behörden oft breit macht. Unsere Zeit ist über die noch bestehenden Methoden des Regierens hinaus. Heute vereitelt und verleidet die schrankenlose Herrschaft eines einseitigen Prinzips jahraus jahrein einer Unzahl von Deutschen die persönliche Mitwirkung an den sachlichen Fragen des öffentlichen Lebens, und dann wundert man sich noch, daß die Teilnahme am öffentlichen Leben gerade unter den selbständigen, auf den Kern der Dinge gehenden Naturen bei uns so erschreckend gering ist.

Dies ist das Ergebnis der einseitigen Anwendung juristisch-formalistischer Denkweise. An dieser Sachlage werden auch ein paar wirtschaftliche und technologische Vorlesungen oder Fortbildungskurse nichts ändern: das heutige Leben ist viel zu reich und mannigfach gegliedert, um allein aus einem Gesichtspunkt geleitet seine höchstmögliche Blüte entfalten zu können.

Nach den bisherigen Ergebnissen können wir uns bezüglich des Volkswirtschaftlers kürzer fassen. Man könnte zwar scherzweise sagen: „Er versteht nicht zu viel von Technik und nicht zu viel vom Recht, also ist er der Geeignetste zum Regieren." Das wird auch von einzelnen Volkswirten so ungefähr geglaubt, die, natürlich im Gegensatz zu sich selbst, „den" Techniker ganz allgemein für „einseitig" halten. Sie unterstellen dabei unbewußt einen mittelmäßigen Techniker und einen weitblickenden Wirtschaftler. Demgegenüber möchte ich hier wenigstens darauf hinweisen, daß ich bei Technikern nirgends eine solche Schätzung bestimmter „Schulen" gefunden habe wie bei Volkswirtschaftlern. Dazu denkt der Techniker viel zu selbständig, obwohl es auch auf seinen Gebieten recht verschiedene Lehrmeinungen gibt. Im übrigen ist aber auch der Wirtschaftler als solcher heute Spezialist in irgend einem Teil seines weiten Gebietes, wie jeder andere Wissenschaftler auch. Und dabei kann in wirtschaftlichen Fragen noch der Einfluß politischer Anschauungen von einschneidender Bedeutung sein. Deshalb gilt, was wir gegen die unserer Ansicht nach übertriebenen Standesforderungen der Techniker gesagt haben, genau ebenso auch hier. Ein Wirtschaftsspezialist, ein akademischer Forscher z. B., braucht noch lange nicht ein Mann der wirtschaftlichen Praxis zu sein. Sie erfordert all die oben genannten Eigenschaften natürlicher Begabung und die Möglichkeit frühzeitiger Betätigung.

Und nun das Ergebnis:

Weder „die" Juristen, noch „die" Techniker, noch „die" Wirtschaftler als solche können uns auf Grund gerade ihrer Ausbildung, Denk- und Anschauungsweise allein weiter helfen, sondern nur Persönlichkeiten von Wissen und Charakter ohne fachliche Voreingenommenheit. Wie engherzig erscheint demgegenüber der heutige Zustand!

Man lege sich einmal die Frage vor, was geschehen würde, wenn wir bezüglich eines „regierenden Standes" gar keine Vergangenheit hätten und heute vor die Entscheidung gestellt würden, welche Berufsarten die Berechtigung zur höheren Verwaltungslaufbahn erhalten sollen. Sicherlich würde kein Mensch sagen: Allein nur die „Jurisprudenz" oder die „Technik". Man würde vielmehr darauf hinweisen, daß sich unser heutiges Leben im wesentlichen aufbaut auf Wirtschaft, Technik und rechtlichen Beziehungen, daß also diese drei Anschauungskreise gleichmäßig an der Leitung des Staates und anderer großer Körperschaften oder Unternehmungen (aber nicht jeder einzelnen!) beteiligt sein müßten. Man würde damit auch vermeiden wollen, daß durch das Übergewicht einer einzigen Berufsart Einseitigkeit der Auffassungen, eine Art geistiger Inzucht hervorgerufen werde, insbesondere dann, wenn sich die Angehörigen dieser Berufsklassen vorwiegend aus einer ihrem Umfang nach beschränkten sozialen Schicht ergänzen.

Riedler sagt[1]): „Der Staat braucht schon für die Gegenwart und noch mehr für die Zukunft Männer mit Fähigkeiten, grundverschieden von den bisher geforderten und weit darüber hinausgehend. Der Bildungsgang und Gesichtskreis, die Einsicht und Erfahrung seiner leitenden wie seiner Hilfskräfte ist längst unzulänglich geworden. . . . Mit den Kenntnissen und Fähigkeiten, mit dem Gesichtskreis und den Vorurteilen seiner jetzigen Kräfte ist der Staat den kommenden großen Aufgaben sicher nicht gewachsen; diese Kräfte waren zu Anfang nur Polizisten und sind es im wesentlichen auch in einer völlig veränderten Zeit geblieben, ihre Ausbildung ist innerlich dieselbe geblieben wie im alten Staat, der längst nicht mehr da ist."

Die bestehenden Mängel klar beim Namen nennen, heißt den Weg zu ihrer Beseitigung zeigen: Erziehen wir den Nachwuchs der höheren Berufe zur Weitsichtigkeit, geben wir ihm eine breite wissenschaftliche Basis ohne übertriebenes Spezialistentum und wie in anderen modernen Staaten durch Beseitigung der Bevorrechtung eines einzigen Studienganges von vornherein das Bewußtsein, daß die hierfür besonders Geeigneten die höchsten Verwaltungsstellen erreichen können.

Dann wird auch für die höhere Verwaltung das Angebot junger Begabungen ein ganz anderes werden als heute: nicht mehr wird man genötigt sein, Bewerber zu wählen, die nur der Ehrgeiz in diese Laufbahn trieb, statt der Begabung.

Die weniger einseitige Handhabung der Verwaltung wird auch dem fachlich Tätigen zugute kommen, der sich in seinem nach außen beschränkteren Wirkungskreis von unverständiger Bevormundung freier wird entfalten können.

An die Stelle von kühlem Formalismus wird mehr sachliche Wärme treten, der Gesamtausdruck unseres öffentlichen Lebens wird reicher, freier, sein Pulsschlag feuriger werden.

An den Früchten wird man erkennen, was es bedeutet, wenn statt einzelner bevorzugter Kreise jeder Tüchtige an seinem Teile sprechen darf: L'état c'est moi, — nicht im Gefühl eines Vorrechtes, sondern einer staatsbürgerlichen Pflicht!

[1]) Man will u. a. die mathematischen Fächer beschneiden.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Zur Theorie der dielektrischen Nachwirkung. [U. Meyer. Verh. d. Dtsch. Phys. Ges., Bd. 19, S. 139.]

Nach Maxwell lassen sich die dielektrischen Nachwirkungserscheinungen durch die Annahme erklären, daß das Dielektrikum nicht homogen ist, sondern aus Schichten besteht, die für das Verhältnis von Leitfähigkeit zu Dielektrizitätskonstante verschiedene Werte besitzen. Mathematischer Schwierigkeiten wegen ist es jedoch leider nicht möglich, durch einfachen Ausbau des Maxwellschen Gedankens eine mit der Erfahrung übereinstimmende Theorie zu erhalten; die Aufgabe ist, wie K. W. Wagner gezeigt hat, nur unter Benutzung spezieller Voraussetzungen lösbar. Wenn man nun auch den Verlauf des Nachwirkungsstromes in Abhängigkeit von der Zeit (bezüglich der Verluste in Abhängigkeit von der Frequenz des Wechselstromes) auf diese Weise nicht ohne weiteres richtig darstellen kann; so läßt sich doch die Frage beantworten, ob die Größe der beobachteten Erscheinungen mit der Maxwellschen Annahme bei Zugrundelegung der auf andere Weise gefundenen Werte für die Leitfähigkeit von Isolierstoffen vereinbar ist. Dieser Aufgabe ist die vorliegende Arbeit gewidmet. Zunächst wird gezeigt, daß man scharf unterscheiden muß zwischen den bei Gleichstrom beobachteten Nachwirkungserscheinungen und den bei Wechselstrom beobachteten, die die Größe des Verlustwinkels bestimmen. In beiden Fällen überwiegt nämlich der Einfluß verschiedener Glieder in der Summe, die den Nachwirkungsstrom darstellt, da in beiden Fällen ganz verschiedene Werte

[1]) A. Riedler. Emil Rathenau. Berlin 1917. S. 227.

Digitized by Google

der Zeit in Betracht kommen. Während die bei Gleichstrommessungen hauptsächlich in Betracht kommenden Glieder Zeitkonstanten von der Größenordnung 10^3 s besitzen, sind die Zeitkonstanten der Glieder, die sich in dem Verlustwinkel vor allen Dingen bemerkbar machen, von der Größenordnung 10^{-4} s Versuche, wie die von F. Tank, die Wechselstromverluste aus Gleichstrommessungen zu berechnen, müssen sich daher bei näherer Durchführung als vergeblich herausstellen.

Aus der Zeitkonstante von der Größenordnung 10^3 folgt ferner unter Benutzung der Maxwellschen Annahme, daß in dem Dielektrikum ein Stoff vorhanden sein müßte, dessen Leitfähigkeit kleiner als $10^{-16} \frac{1}{\text{Ohm/cm}}$ ist, und ein zweiter Stoff mit etwas größerer Leitfähigkeit Der Wert 10^{-16} entspricht nun aber vollkommen dem bei guten Isolatoren gefundenen. Um daneben auch die tatsächlich beobachteten Wechselstromverluste erklären zu können, muß das Vorhandensein eines dritten Stoffes mit ziemlich beträchtlicher Leitfähigkeit angenommen werden Es liegt die Vermutung nahe, daß dieser dritte Stoff in den meisten Fällen Wasser ist; da fast alle bisher untersuchten Stoffe, die dielektrische Nachwirkung zeigen, hygroskopisch sind. Tatsächlich stimmen auch die hieraus gezogenen Folgerungen in bezug auf eine zunehmende Feuchtigkeit in den allgemeinen Zügen mit den Beobachtungen überein; bei zunehmender Feuchtigkeit wächst der Verlustwinkel stark an, während die Größe und der Verlauf des Rückstandsstromes meist nur geringe Änderungen erleidet. Man gelangt auch auf diesem Wege daher zu einer Bestätigung der grundlegenden Maxwellschen Annahme. Für die praktische Herstellung von Isolierstoffen ergibt sich die Folgerung, daß es dabei hauptsächlich auf die Vermeidung von Wasseraufnahme ankommt, da im allgemeinen die Wechselstromverluste sehr viel nachteiliger sind als der Rückstandsstrom. *Mr.*

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Hohe gegen niedrige Antennen.

[The Wireless World, Bd. 4, S. 908.]

Edward Bennett berichtet über die Vorzüge niedriger Antennen für drahtlose Großstationen. Nach den Berechnungen des Verfassers sind die elektrischen und magnetischen Kräfte, die von einem ausgedehnten wagerechten Drahtnetzwerk ausgestrahlt werden, in großer Entfernung praktisch unabhängig von der Höhe des Netzwerks über der Erde, vorausgesetzt, daß der Halbmesser des Netzwerks zwei- bis dreimal so groß ist wie die Höhe über der Erde, und daß weiterhin die Schwingungsfrequenz und die Spannung zwischen Netz und Erde für die verschiedenen Höhen gleich gewählt werden. Das heißt, ein ausgedehntes Drahtnetz, das auf eine gegebene Spannung aufgeladen werden und sich gegen Erde durch eine Induktanz entladen kann, die beispielsweise eine Frequenz von 100 000/s ergibt, liefert an entfernten Punkten die gleichen elektrischen und magnetischen Kräfte, gleichgültig, ob es sich 3 oder 60 m über der Erde befindet. In beiden Fällen ist der Betrag an ausgestrahlter Schwingungsenergie bei beiden Antennen derselbe, dagegen ist der ursprüngliche Vorrat an Energie bei der 3 m hohen Antenne ungefähr 15-mal so groß wie bei der 60 m hohen. Daher wird die Schwingung im ersten Falle viel konstanter als im zweiten. Es können also auch bei der niedrigen Antenne besondere Kondensatoren und gekuppelte Schwingungskreise, wie sie gegenwärtig in der drahtlosen Telegraphie bei mit Funken arbeitenden Sendern gebräuchlich sind, entbehrt werden; es genügt ein einfacher Serienkreis, in dem kapazitive Antenne, Abstimmselbstinduktion und Funkenstrecke hin ereinander geschaltet sind. Ein solcher Kreis hat den Vorzug, daß er in einer Schwingung schwingt, während gekoppelte Kreise zwei Schwingungen zeigen.

Hinsichtlich der Empfangseigenschaften derartiger Drahtnetzantennen zeigt der Verfasser, daß, wenn der Radius des Netzwerks groß gegenüber der Höhe ist, beide Ausführungen imstande sind, denselben Betrag von vorüberziehenden elektromagnetischen Wellen aufzunehmen, vorausgesetzt, daß diese nicht übermäßig gedämpft sind.

Die Vorteile der niedrigen Antenne vor der hohen sind demnach folgende: geringere Anlagekosten (ausgenommen den Fall, daß die Grunderwerbskosten übermäßig hoch sind); Wegfall besonderer Kondensatoren; eine Schwingungsfrequenz; Wahrscheinlichkeit für ein kleineres Dekrement als bei einer Anlage mit Kondensatorkreis; geringere Gefahr für Blitzschäden; zu erwartende Verminderung der atmosphärischen Störungen. Auf der anderen Seite haben hohe Antennen vor niedrigen folgendes voraus: geringeren Antennenstrom (ein Umstand, der große Bedeutung bei Bogenlicht- oder Hochfrequenzmaschinen-Sendern erhalten kann); kleinere Anzahl von Isolatoren; geringere Wahrscheinlichkeit für Störungen durch Isolatorenbruch. *Rp.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Turbodynamo von 55 000 kW Leistung.

In den Turbinenbau-Werkstätten der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft geht in diesen Tagen die erste Turbodynamo von 60 000 kVA ihrer Fertigstellung entgegen. Wir hatten Gelegenheit, diese gewaltige, neueste Leistung deutschen Elektromaschinenbaues in Augenschein zu nehmen und bringen hier eine kurze Beschreibung derselben. Die Leistung der Maschine beträgt 55000 W bei 1000 Umdr/min. Die Maschine ist gebaut für 7000 V Drehstrom bei 220 V Erregung. Die Turbinen sind eingerichtet für 12 at Überdruck bei 325° C Überhitzung und 27° Kühlwassertemperatur. Sowohl die gesamte Turbinenleistung als auch die gesamte elektrische Leistung wird nicht, wie es bei den noch nennenswert kleineren Maschinen „größter Leistung" amerikanischer und englischer Bauart der Fall war, in geteilten Gehäusen erzeugt, sondern ein einziges Turbinengehäuse und ebenso eine einzige Dynamo liefert die Gesamtleistung. Das Gewicht der Dampfturbine beträgt 250 t, wobei der Turbinenrotor allein 49 t wiegt, das Gesamtgewicht der Dynamo 225 t, wovon der Dynamorotor 106 t wiegt. Das Gesamtgewicht der Turbodznamo beläuft sich also auf 475 t.

Die Kondensatoren, von denen für jede Maschine zwei von je 3000 m² Kühlfläche zur Aufstellung kommen, sind, abgesehen von den Wasserkammern, mit Rücksicht auf die Fortschaffung in je vier einzelne Schüsse unterteilt. Das Gewicht eines Kondensators beträgt 100 t. Die beiden Abdampfstutzen der Turbine nach dem Kondensator haben je 2400 mm Durchmesser.

Die Dampfturbine enthält 10 Räder von 3400 bis 3800 mm Durchmesser; dies entspricht einer Umlaufgeschwindigkeit von etwa 180 bis 200 m/s. Die Schaufeln mußten aus Stahl ohne Nickelzusatz angefertigt werden, und es wurde hierdurch erforderlich, die unteren Enden der

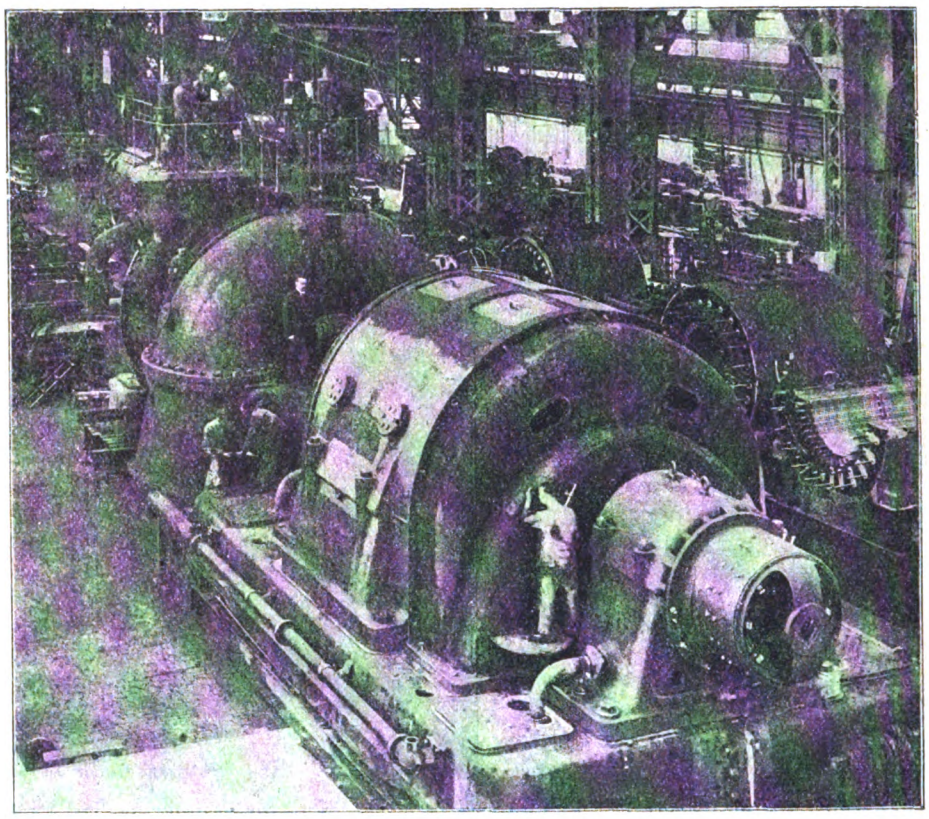


Abb. 1. Turbodynamo von 55000 kW.

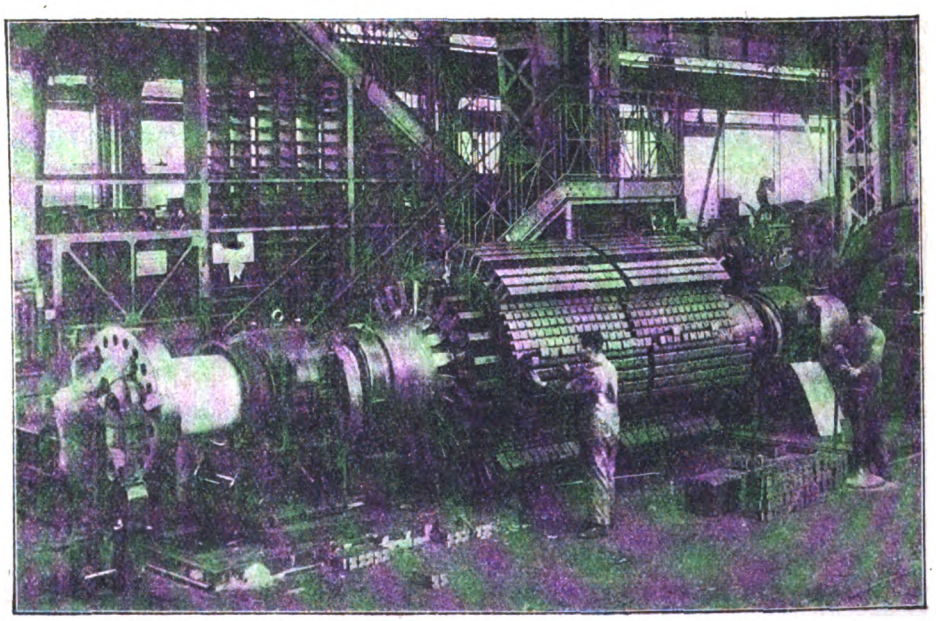


Abb. 2. Rotor der Dynamo.

längeren Schaufeln entsprechend der vollen Teilung, d. h. entsprechend der Dicke von Schaufel plus Füllstück, aus dem Ganzen zu arbeiten. Der Dynamorotor hat einen äußeren Durchmesser von etwa 2200 mm; dies entspricht einer Umfangsgeschwindigkeit von 115 m/s. Es war nicht mehr möglich, diesen Rotor, welcher einschließlich der Lagerschenkel eine Gesamtlänge von 9 m hat, aus einem Stück herzustellen, sondern es wurde erforderlich, ihn durch den Aufbau einer großen Anzahl von Platten auf der eigentlichen Welle zusammenzusetzen.

Digitized by Google

Die Umlaufzahl, mit welcher der Dynamorotor in der Fabrik geprüft wurde, betrug das 1½-fache der Betriebsumlaufzahl, also 1500 i. d. min. Mit einzelnen der Platten wurden Versuche bis zu 2000 und 2400 Umdr/min vorgenommen.

Die Lauflager der Maschine haben Durchmesser bis zu 600 mm, entsprechend einer sekundlichen Geschwindigkeit von rd 32 m. Während der Schleuderprobe des Induktors betrug die Umlaufgeschwindigkeit etwa 47 m/s, und wurde auch hier eine große Reihe von Versuchen durchgeführt, um nicht etwa durch eine Zufälligkeit beim Betriebe mit der hohen Umlaufzahl einen großen Schaden oder einen nennenswerten Aufenthalt in der Fertigstellung der Maschine zu erleiden.

Die Anschaffungen, welche allein nötig waren, um diese Schleuderprobe mit dem Induktor zu ermöglichen, waren außerordentliche. Trotzdem erschien es unerläßlich, an dem dauernd geübten Grundsatz festzuhalten, die Induktoren für 50 % Überdrehzahl zu bauen und gerade bei einer solchen verantwortlichen Maschine diese Schleuderprobe durchzuführen, da es doch gelegentlich eines Dauerbetriebes der Dampfturbinen vorkommen kann, daß sowohl die Regelung als auch der getrennt eingefügte Sicherheitsregler wegen Verschmutzens der dampfführenden Teile den Dienst versagen und die Maschine eine hohe Übergeschwindigkeit annimmt.

Der Maschinensatz hat, entsprechend dem normalen Aufbau der A.E.G.-Turbinen 3 Lager, von denen hier wegen der Größe der Lasten das mittlere Lager als Doppellager ausgebildet wurde. Zwischen den beiden inneren Lagerschalen des letzteren liegt die starre Flanschenkuppelung, welche den Turbinenrotor mit dem Dynamorotor verbindet. Dieser mittlere Lagerkörper ist auch in der Längsrichtung fest verankert, und wächst von diesem ausgehend das Turbinengehäuse nach vorn. Aus diesem Grunde mußte auch die Frischdampfzuleitung entsprechend beweglich ausgebildet werden. Das Turbinengehäuse selbst hat keinen Fuß, sondern ruht auf dem mittleren und auf dem vorderen Lagerkörper, so daß das Turbinengehäuse selbst Einwirkungen der Erwärmung und Abkühlung ungehindert zu folgen vermag. Aufgelagert ist die gesamte Maschine auf einer schweren Fundierung von eisenarmiertem Beton.

Ebenso wie auf die Erwärmungs- und Ausdehnungsverhältnisse der Turbine und insbesondere auch auf die heißdampfführenden Teile Wert gelegt wurde, so wurde auch noch ganz besonderes Gewicht auf die Formgebung der Maschine gelegt. Eine große Anzahl von Modellausführungen der einzelnen Teile, wie auch der gesamten Maschine war erforderlich, ehe die heutige Form erzielt war. Scharf betont ist bei der Formgebung der Turbine die für sie charakteristische umlaufende Bewegung, indem die runde Form kräftig zum Ausdruck gebracht ist. Ebenso wurden einheitlich beim Turbinengehäuse, bei den Lagern und in allen Teilen der Dynamo die senkrechten Linien durchgehends kräftig betont, so daß die Maschine — trotzdem sie eine Erstausführung ist — den Eindruck vollkommenster Harmonie macht.

Die Maschine wird mit einer zweiten gleicher Größe in dem neuesten, noch von B. Goldenberg entworfenen, Großkraftwerk des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes, auf den Braunkohlenlagern des Vorgebirges bei Köln Aufstellung finden. Die Gesamtleistung dieses, nach seinem Erbauer „Goldenberg-Werk" genannten, Kraftwerkes[1]) wird sich einschließlich von 6 Turbodynamos von je 15 000 kW auf rd 200 000 kW belaufen. *Z*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Elektrizitätsversorgung des Großherzogtums Baden.

Der Haushaltsausschuß der Ersten Badischen Kammer der Landstände begann am 11. April die Beratung der dritten Denkschrift der Großh. Regierung über ihre wirtschaftlichen Maßnahmen während des Krieges, u. zw. zunächst den Abschnitt VII, 3 über die Elektrizitätsversorgung und das Murgwerk. Er nahm dabei folgende Entschließung an:

„Die Kammer erklärt in Übereinstimmung mit dem anderen hohen Hause, daß sie die Haltung der Großh. Regierung in den bisherigen Verhandlungen mit dem Reiche und den Anliegerstaaten billigt, und daß die Großh. Regierung alle Mittel anwenden möge, um den einheitlichen Ausbau des Oberrheins von Straßburg bis Konstanz als Kraftquelle und Großschiffahrtsweg mit Beschleunigung zur Durchführung zu bringen, ferner daß die Kräfte, welche auf Baden entfallen, für Baden in Anspruch zu nehmen und für badische Rechnung nutzbar zu machen sind. Im übrigen spricht sich die Kammer dagegen aus, jetzt festzulegen, daß Bau und Betrieb der Kraftwerke und namentlich auch der Betrieb der gewonnenen Kraft grundsätzlich nur als eine Aufgabe der Staatsverwaltung angesehen werden soll, vielmehr ist sie der Ansicht, daß auch die Möglichkeit hier je nach der Entwicklung der Dinge ein gemischtwirtschaftliches oder privatwirtschaftliches System durchzuführen, nicht ausgeschlossen werden sollte. Für den Vertrieb des im Murgwerk gewonnenen Stromes empfiehlt die Kammer nach wie vor das gemischtwirtschaftliche System, wie es von der Großh. Regierung unter Zustimmung des Landtages bisher in Aussicht genommen war, in der Erwartung, daß dabei die staatlichen Interessen und die der Gemeinden, insbesondere auch durch Beibehaltung der wesentlichen Grundlage der A-Verträge, ausreichend gewahrt werden können."

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 499.

Elektrizitätswirtschaft in Ungarn.

Auch in Ungarn wird die Regelung der Rechtsverhältnisse von Erzeugung, Verteilung und Vertrieb elektrischer Energie durch ein Elektrizitätsgesetz beabsichtigt. Seitens des Handelsministeriums wurde ein Ausschuß von Fachmännern ernannt, die ein diesbezügliches Programm ausarbeiten sollen. Auch wurde im Ministerium für Übergangswirtschaft eine eigene „Energiesektion" errichtet. In der Budapester Handels- und Gewerbekammer wurde von der Fachgruppe für Übergangswirtschaft die Frage besprochen und dabei dem Wunsche Ausdruck gegeben, daß im Gegensatz zum österreichischen Entwurf[1]) bei der Lösung der Aufgabe eine zu starke Einflußnahme des Staates, der die Bewegungsfreiheit der Industrie und die private Unternehmungslust hindern könne, möglichst unterbleiben soll. In der Wechselrede wurde aber eine programmatische Sicherstellung des Energiebedarfes und der Ausnutzung der Energiequellen in vollem Maße gebilligt. *Hgn.*

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 158.

Bahnen und Fahrzeuge.

Der neue Straßenbahntarif für Groß-Berlin.

Am 1. Mai trat für Groß-Berlin der von den Aufsichtsbehörden genehmigte neue Personentarif in Kraft, durch den der jetzt bestehende Strecken- und Umsteigetarif sowie die Tarife für Zeit-, Schülerzeit- und Arbeiterwochenkarten aufgehoben und neue Bestimmungen für die Beförderung von Hunden und Gepäck gegeben werden. Der Fahrpreis für eine ununterbrochene Einzelfahrt auf jeder Linie im Bahngebiet der genannten Betriebsgesellschaften beträgt künftig 15 Pf. Es werden aber auch Doppelfahrscheine zu 25 Pf und Sammelkarten zu 1 M für 8 Fahrten ausgegeben, bei denen der Preis für die einzelne Fahrt somit 12½ Pf beträgt. Die Doppelfahrscheine gelten für zwei ununterbrochene Fahrten, von denen die zweite spätestens an dem auf den Lösungstag folgenden Betriebstage stattfinden muß. Die Wahl der Linie steht dem Fahrgast frei. Statt zu 2 Fahrten für eine Person kann der Doppelfahrschein auch zu einer Fahrt für zwei Personen in demselben Wagenabteil oder dergl. benutzt werden. Die Sammelkarten berechtigen zu 8 ununterbrochenen Fahrten innerhalb 3 Monaten. Statt für eine Person zu 8 Fahrten kann die Sammelkarte auch zu einer Fahrt für mehrere, dem Schaffner als zusammengehörig deutlich erkennbare Personen in demselben Wagenabteil u. dergl. benutzt werden.

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Kostenminima in elektrochemischen Anlagen.

[Zeitschr. d. Österr. Ing. u. Arch., Bd. 69, S. 175 und 191; 15 Sp. m. 4 Abb.]

Dr. techn. Josef Nußbaum legt in einem Vortrage, den er in der Fachgruppe für Chemie des Österr. Ing.- u. Architektenvereins gehalten hat, ausführlich dar, wie er für elektrochemische Anlagen, z. B. zur Gewinnung von Natronlauge und Chlor, den Zusammenhang zwischen all den vielen Größen, welche die Leistung der Anlage bedingen, nämlich Anschaffungskosten, Stromkosten, Menge der täglichen Erzeugung usw., einerseits und den Gestehungskosten anderseits durch eine Gleichung darstellt und daraus die geringsten Kosten des betreffenden Erzeugnisses mathematisch ableitet. Hierzu muß er freilich durch mehrere Hilfsannahmen alle Veränderlichen als Funktion dieser Gestehungskosten ausdrücken, was unvermeidlich eine Unsicherheit in die ganze Rechnung hineinbringt. Der Vorteil seiner Darstellung liegt daher mehr in ihrer Übersichtlichkeit gegenüber dem bisher üblichen Wege, auf welchem man im Betriebe selbst durch planmäßige Änderungen der Stromdichte, Konzentration usw. die günstigsten Verhältnisse ermittelte.

Nußbaum unterscheidet bei seinen Nutzanwendungen elektrochemische Verfahren mit veränderlicher und mit fast unveränderlicher Stromausbeute. Im zweiten Falle vereinfacht sich die Rechnung. Das Zahlenbeispiel ist nicht gerade glücklich gewählt; denn hier hat die Kurve, welche die Kosten für 1 kg Ätznatron als Funktion der Betriebsspannung darstellt, ein so flaches Minimum, daß zwischen 4 und 6 V die Kosten sich überhaupt nur um 2 h (zwischen 48 und 50 h) ändern und das Ergebnis Nußbaums, daß die tatsächlich innegehaltene Spannung von 4,4 V durch 5,03 V ersetzt werden müsse, nur etwa 1 h Ersparnis bedeutet. Hierbei macht Nußbaum die stillschweigende Voraussetzung, daß die höhere Spannung sonst keine, die Kosten erhöhenden Folgen hat. Berichter hält aber für möglich, daß die Anodenkohlen rascher verbraucht werden, wenn man mit 5 V arbeitet. Immerhin gibt der Versuch des Verfassers, das, was die Praktiker bisher mehr oder minder unvollkommen durch Proben herausgefunden haben, in die klare Sprache der Mathematik zu übersetzen, schätzbare Anregungen. *K. A.*

Wolfram für galvanische Elemente.

[Electrical World, Bd. 69, S. 141, 2 Sp.]

Im Forschungslaboratorium der Edison-Lampenwerke zu Harrison, N. J., hat Walter E. Koerner die elektrochemischen Eigenschaften des Wolframmetalles näher untersucht. Als Anode wird Wolfram passiv, indem es sich mit einer bunten Haut von Wolframhydroxyden überzieht. Ein galvanisches Element läßt sich mit Wolfram als negativer, Quecksilber oder Silber als positiver Elektrode und Natronlauge als Elektrolyten zusammensetzen; es besitzt mit Quecksilber ein EMK von 0,49 V, mit Silber 0,69 V. Auch Sammler lassen sich aus Wolfram und Gemischen von Wolframtrioxydhydrat (Wolframsäure) mit Wolframpulver herstellen. Beim Laden wird an der negativen Elektrode WO_3 zu W_2O_5 reduziert; die Spannung beträgt unmittelbar nach dem Laden bis zu 6,2 V, aber 24 h später höchstens 0,85 V. *K. A.*

Materialkunde.

Invar und verwandte Nickelstähle.

Das Bureau of Standards hat sich die dankenswerte Aufgabe gestellt, einige technisch besonders wichtige Materialien eingehend zu besprechen, und es beginnt in seinem Zirkular Nr. 58 (1916) mit den Nickelstählen, die nicht nur in wissenschaftlicher Beziehung außerordentlich interessant sind, sondern auch in den verschiedensten Gebieten der Technik Verwendung finden. Ihre vielseitige Verwendbarkeit wird bedingt durch die ganz eigenartigen mechanischen, thermischen, magnetischen und elektrischen Eigenschaften, welche bestimmte Legierungen von Eisen und Nickel zeigen.

Was die besonderen mechanischen Vorzüge betrifft, so bestehen diese in einer hervorragenden Zähigkeit und Rostsicherheit, gepaart mit bedeutender Härte, die sie namentlich im Schiffs- und Automobilbau usw. unentbehrlich machen, die aber auch in allen möglichen Kleinbetrieben, namentlich der Uhrmacherei gute Dienste leisten.

Ganz besonderes Interesse aber haben seit etwa 30 Jahren die hochinteressanten magnetischen und thermischen Eigenschaften, die offenbar in engem Zusammenhang miteinander stehen, zunächst in der wissenschaftlichen Welt, dann aber auch in der Technik erregt, die von den Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung bereits weitgehenden Gebrauch macht; nach den Untersuchungen von Hopkinson, Osmond, Dumas, Dumont, Guilleaume, Hegg, Weiß und Foëx lassen sich diese etwa folgendermaßen zusammenfassen:

Während beim reinen Eisen die beiden Umwandlungspunkte Ac_2 und Ar_2, bei denen das Material bei der Erwärmung seine Magnetisierbarkeit verliert und bei der Abkühlung wiedergewinnt, etwa bei der Temperatur 765° vollkommen zusammenfallen, ist dies bei einem Zusatz von Nickel nicht mehr der Fall; dieser bewirkt, daß beide Umwandlungspunkte mit zunehmendem Nickelgehalt sinken, aber Ar_2 in sehr viel stärkerem Maße als Ac_2, so daß Ar_2 bei einem Nickelgehalt von 25 bis 27 % unter Zimmertemperatur liegt und bei einem kleinen Zusatz von Mangan oder Chrom sogar bis unter die Temperatur der flüssigen Luft (— 192°) sinken kann. Ein derartiges Material ist also nach der Herstellung praktisch vollkommen unmagnetisierbar (seine Permeabilität ist etwa von der Größenordnung 1,05 bis 1,1), und es

Digitized by Google

zeigt unter dem Mikroskop das typische Gefüge des Austenits, d. h. des sogenannten γ-Eisens, das bei reinem Eisen erst bei Temperaturen oberhalb von 900° existenzfähig ist und bei Zimmertemperatur nur unter besonderen Bedingungen, namentlich durch Zusatz von Nickel, Mangan oder Kohlenstoff, erhalten werden kann. Kühlt man jedoch dies Material bis unterhalb des Punktes Ar_2 ab, so erfolgt eine nahezu momentane Umwandlung in martensitisches Gefüge, das vollkommen andere physikalische Eigenschaften besitzt und namentlich hochmagnetisierbar ist. Diese Eigenschaften behält das Material auch bei seiner Wiedererwärmung bei, und erst beim Überschreiten des Punktes Ar_2 wird es wieder unmagnetisierbar und bleibt es auch bei der Abkühlung. Somit kann derartiger hochprozentiger Nickelstahl bei gewöhnlicher Temperatur in zwei verschiedenen Zuständen existieren, einem magnetisierbaren und einem unmagnetisierbaren, je nachdem eine entsprechende Abkühlung oder eine Erhitzung vorhergegangen ist. Wir haben es hier mit einer sogenannten „Temperaturhysterese" zu tun, infolge deren das Material beim Abkühlen und Erwärmen nicht umkehrbare Änderungen der magnetischen Eigenschaften erleidet; Guilleaume bezeichnete daher diese Art von Legierungen als „irreversible". Diese Eigentümlichkeit nimmt mit steigendem Nickelgehalt zu, indem die beiden Umwandlungspunkte immer weiter auseinander rücken, und erreicht ihr Maximum bei ungefähr 25% Nickel. Bei noch weiter wachsendem Nickelgehalt nimmt sie wieder ab, der Punkt Ac sinkt immer tiefer, der Punkt Ar_2 dagegen steigt wieder an, und bei etwa 34% Nickel ist jede Andeutung dieser Eigenschaft verschwunden, das Material verhält sich wie ein gewöhnliches, ferromagnetisches Material mit einem einzigen magnetischen Umwandlungspunkt; aus diesem Grunde werden die höheren Nickelstahllegierungen zumeist schon von 27% ab nach Guilleaume als „reversibel" bezeichnet.

Nach den Messungen von Hegg und von Weiß und Foëx wird die Legierung mit 34% Nickel auch durch eine Unstetigkeit gekennzeichnet, welche der Gang der Sättigungswerte und der Curieschen Konstanten in Abhängigkeit vom Nickelgehalt an dieser Stelle aufweist, und da diese Zusammensetzung der chemischen Verbindung $Fe_2 Ni$ entspricht, so ist wohl kein Zweifel, daß diese letztere an dem Zustandekommen der eigentümlichen Erscheinungen beteiligt ist, wenn auch das eigentliche Wesen derselben noch nicht völlig geklärt erscheint; nach Weiß und Foëx bilden die Nickelstähle zwei ununterbrochene Reihen von festen Lösungen, nämlich eine zwischen Fe und $Fe_2 Ni$, die zweite zwischen $Fe_2 Ni$ und Ni.

Eine praktische Verwertung haben die magnetischen Abnormitäten des Nickelstahls bei der Kriegsmarine gefunden, welche die Panzerung der dem Kompaß benachbarten Schiffsteile aus dem unmagnetisierbaren und gleichzeitig festen und zähen 25% Nickelstahl herstellt und so die außerordentlich unangenehmen Störungen des Kompasses vermeidet, welche die immer stärker werdende Panzerung aus reinem Stahl hervorbrachte.

Im engen Zusammenhang mit den magnetischen Eigentümlichkeiten stehen noch verschiedene andere Eigenschaften des Materials: die oben erwähnte Umwandlung des austenitischen in martensitisches Gefüge beim Punkt Ar_2 kennzeichnet sich auch durch eine entsprechende Volumenänderung, die bei den Legierungen bis zu 27% Ni ebenfalls irreversibel ist, so daß beispielsweise ein Maßstab aus 25% Nickelstahl bei der Abkühlung unter Ar_2 eine plötzliche Längenänderung erleiden und nach derselben ganz andere thermische Ausdehnung zeigen würde, als vorher. Dies ist natürlich nicht der Fall bei den reversibeln Legierungen, die dafür wieder eine ganz außergewöhnliche Abhängigkeit des Ausdehnungskoeffizienten vom Nickelgehalt aufweisen. Zunächst nämlich sinkt von etwa 25% Ni ab der Ausdehnungskoeffizient sehr stark und erreicht bei 34% Ni ein Minimum, um dann wieder — erst rasch, dann langsamer — bis zum Ausdehnungskoeffizienten des reinen Nickels anzusteigen. Auch dies Minimum hat eine praktische Bedeutung erlangt, u. zw. wird derartiges, als „Invar" bezeichnetes Material zur Herstellung von Maßstäben, Uhrpendeln usw. verwendet, deren Länge von der Temperatur nahezu unabhängig ist. Durch geeignete Zusätze von Mangan und Kohlenstoff läßt sich diese Eigenschaft so weit steigern, daß sich beispielsweise ein Draht von 1 km Länge bei einem Temperaturanstieg von 0° bis zu 20° um weniger als 0,4 mm verkürzen würde. Die hohe Bedeutung dieses Materials für geodätische Zwecke wäre noch größer, wenn dasselbe nicht dauernden kleinen Änderungen unterworfen wäre, die im wesentlichen von der Art der vorhergegangenen thermischen Behandlung abhängen und nach der Herstellung des Maßstabes zunächst noch eine längere Wärmebehandlung, das sogenannte „Altern", nötig machen, mit Hilfe deren es dann allerdings gelingt, die hauptsächlichsten Unsicherheiten zu beseitigen. Wenn nun auch das Invar bei den Normalen erster Ordnung kaum das unveränderliche Platin vollkommen verdrängen dürfte, so ist es doch für bestimmte Zwecke der Meßtechnik, z. B. für geodätische Messungen in den Tropen u. dergl., wo die Unsicherheit der Temperaturbestimmung eine Hauptfehlerquelle darstellt, von unschätzbarem Wert geworden.

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß Legierungen von 30 bis 34% Ni auch zur Herstellung von Vorschaltwiderständen benutzt werden (z. B. das Kruppin), welche neben einem hohen spezifischen Widerstand von etwa 0,8 bis 0,9 Ω f. d. m/mm² nur einen geringen Temperaturkoeffizienten von der Größenordnung 0,00065 besitzen und, wie schon oben erwähnt, wenig zum Rosten neigen. *Glch.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe auf Wanderrosten.

[Mitt. d. Vereinig. d. El.-W., Bd. 16, S. 258.]

Apt berichtet über einen neuen Spezialwanderrost mit Unterwindfeuerung, der die Verwendung von minderwertigem Brennmaterial gestattet. Im Elektrizitätswerk Stuttgart konnte auf solchem Rost z. B. eine Mischung von Koks und Kohlen mit 50 bis 60% Koksgehalt im Dauerbetrieb verfeuert werden, wobei die im Gaswerk abfallende Kokslösche von 5000 bis 5500 W. E. gute Ausnutzung fand. Die von der Firma Nyeboe & Nissen in Mannheim gelieferte Wanderrostkonstruktion zeigt die Abb. 3.

Die Rostfläche wird aus den horizontalen Flächen winkelförmiger Rostplatten gebildet, die an quer zur Bewegungsrichtung liegenden

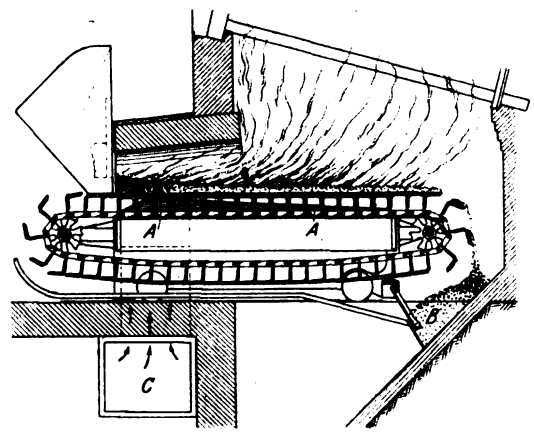


Abb. 3. Spezialwanderrost mit Unterwindfeuerung.

Rostträgern befestigt sind. Letztere werden mittels Ketten in gewöhnlicher Weise in Bewegung gesetzt. Rostplatten und Träger bilden einzelne querverlaufende Lufträume, deren unterer Abschluß durch ein über die ganze Rosttiefe reichendes Blech erfolgt, auf dem die Rostträger und Ketten gleiten. Alle diese Räume stehen an ihren beiden Seiten, also rechts und links vom Rost mit Druckluftkästen in Verbindung, denen durch Kanäle C Druckluft zugeführt wird, die dann durch die Rostplatten zum Brennstoff tritt. Die in die Kästen eintretende Luftmenge wird durch entsprechende Reguliervorrichtungen dem Brennstoff angepaßt. Die Luftzuführung zu den einzelnen querliegenden Drucklufträumen kann durch eine besondere Vorrichtung geregelt werden, die es ermöglicht, den Luftzutritt zu den hinteren Drucklufträumen entsprechend dem Ausbrennen des Brennmaterials und der Belastung des Rostes mehr oder weniger abzusperren. Die Schraffierung A in der Abbildung stellt die Verteilung der Luft dar. Durch besondere Schieber läßt sich auch Druckluft direkt über den Rost leiten, um bei besonders gasreichen Kohlen rauchfreie Verbrennung zu erzielen. Bei Verfeuerung guten Brennstoffes kann der Druckluftbetrieb ganz ausgeschaltet werden. Schlackenabstreifer sind bei dem Rost nicht nötig; Schlacke und Asche werden selbsttätig in den Aschenfall abgeworfen. Diese Rostkonstruktion kann überall eingebaut werden, wo gewöhnliche Wanderroste verwendbar sind. Belastungsschwankungen lassen sich leicht ausgleichen. Die Körnung des Brennmaterials soll aber wegen des guten Ausbrennens einigermaßen gleichmäßig sein.

Zim.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Das Reichsgericht über Vertragsrechte bei Straßenbahntarifen.

Die Tarifbewegungen bei den Straßenbahngesellschaften haben in Groß-Berlin die Frage aufkommen lassen, ob die Gemeinden, die in ihren Verträgen mit den Straßenbahnen über die Benutzung der öffentlichen Straßen sich bestimmte Beförderungspreise ausbedungen haben, berechtigt erscheinen, im Klagewege vor den ordentlichen Gerichten die Einhaltung der vereinbarten Preise und die Unterlassung der Erhöhung des Tarifs zu verlangen, bzw. ob für eine solche Klage der Rechtsweg zulässig sei. Das Reichsgericht hat, wie die „Voss. Zeitung" berichtet, die Frage bejaht, und damit zugunsten der Gemein den entschieden indem es aussprach, daß nach preußischem Recht die ordentlichen Gerichte zur Entscheidung derartiger Streitfälle berufen sind. (Aktenzeichen: Urteil vom 12. III. 1918 III. 296/17.)

Verlängerung der Zahlungsfristen für Patentgebühren in Rumänien.

Das Oberkommando der Heeresgruppe Mackensen hat unter dem 19. III. 1918 für das besetzte Rumänien mit Ausnahme der zu Bulgarien gehörigen Teile der Dobrudscha die Fristen zur Zahlung von Gebühren für rumänische Patentrechte für Angehörige des Deutschen Reiches, Österreich-Ungarns, der Türkei und Bulgariens mit rückwirkender Kraft für die Zeit vom 15./28. VIII. 1916 bis sechs Monate nach Ratifikation der Friedensverträge zwischen den vier verbündeten Mächten und Rumänien verlängert. Gebühren sind, wie bisher, bis auf weiteres an den Verwaltungsstab der Militärverwaltung in Rumänien zu zahlen.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Betr. Maschinennormalien-Kommission.

Die Maschinennormalien-Kommission hat beschlossen, den Wortlaut der in der „ETZ" 1917, Heft 31, S. 421, erschienenen Veröffentlichung „Normalien für die Verwendung von Ersatzmetallen bei Maschinen und Transformatoren" zu ändern. Hiernach ist in dem Wortlaut der „Angaben über die Ersatzausführungen der Maschinen- und Transformatoren" überall anstelle von Zink (Zn) Aluminium (Al) zu setzen mit Ausnahme bei

g) Drehstrom-Transformatoren bis 30 000 V,
h) Einphasenstrom-Transformatoren,
i) Drehtransformatoren.

Die Gültigkeit dieser Bestimmung tritt mit dem 15. Mai in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
G. Dettmar.

Tagesordnung
für die
XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
in Berlin
am 31. Mai und 1. Juni 1918.

Freitag, den 31. Mai:

Vormittags 10 Uhr: Vorstandssitzung in den Geschäftsräumen des V.D.E.

Nachmittags 3 Uhr: Ausschußsitzung im Ingenieurhaus, Sommerstr. 4a.

Sonnabend, den 1. Juni:

Vormittags 9½ Uhr: Festversammlung in der Aula der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg, Berlinerstraße.

1. Eröffnung durch den Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Prof. Dr.-Ing. Petersen, Darmstadt: „Die Hochspannungsstraßen der Elektrizität".

Digitized by Google

Nachmittags 3 Uhr: Verbandsversammlung im Bankettsaal des Zoologischen Gartens.

1. Bericht des Herrn Geh. Regierungsrats Prof. Dr. Gumlich über die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften usw. von Eisenlegierungen.
2. Bericht des Generalsekretärs über die letzten 2 Arbeitsjahre.
3. Einsetzung neuer Kommissionen.
4. Wahlen zum Vorstand und Ausschuß.
5. Bestimmung des Ortes der nächsten Jahresversammlung.

Abends 6 Uhr: Festmahl im Marmorsaal des Zoologischen Gartens. Hieran schließt sich ein vom Elektrotechnischen Verein dargebotener Bierabend.

Die Festkarte, die zur Teilnahme an sämtlichen Veranstaltungen sowie zur Empfangnahme der Festschrift berechtigt, kostet 25 M. Außerdem werden Karten zum Preise von 5 M ausgegeben. Diese berechtigen zur Teilnahme an den Versammlungen, dem Bierabend und zur Entgegennahme der Festschrift. Für Damen (Angehörige von Mitgliedern) werden die gleichen Karten ausgegeben. Schließlich werden kostenlos Eintrittskarten zu den Versammlungen ausgegeben.

Anzug für die Festversammlung und für das Festmahl: Überrock.

Mit Rücksicht auf die augenblicklichen Verhältnisse können nur Anmeldungen berücksichtigt werden, die bis zum

11. Mai

hier einlaufen. Gleichzeitig mit der **Anmeldung** ist der Betrag für die Karte auf das Postscheckkonto Nr. 21312 des V. D. E. einzuzahlen. Die Karten werden nach Eingang des Betrages den Teilnehmern zugesandt.

Die Geschäftsstelle des Verbandes vermittelt den Brief- und Telegrammverkehr für die Teilnehmer. Sie befindet sich Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Am 1. Juni ist eine besondere Geschäftsstelle während der Festsitzung in der Technischen Hochschule und während der Nachmittags-Versammlung im Zoologischen Garten eingerichtet.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Vorsitzende: Klingenberg. Der Generalsekretär: Dettmar.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Sitzung

am Dienstag, den 23. April 1918, abends 7 ½ Uhr,

im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure, Sommerstraße 4a.

Anwesend etwa 150 Mitglieder und 30 Gäste.

Vorsitzender: Herr Geheimrat Strecker.

Vorsitzender: Ich eröffne die Sitzung.

Der Bericht über die vorige Vereins-Sitzung[1]) konnte leider nicht rechtzeitig in der „ETZ" abgedruckt werden. Die Genehmigung muß deshalb bis zur nächsten Sitzung verschoben werden.

2 Neuanmeldungen sind eingegangen, das Verzeichnis derselben liegt hier aus.

Eingegangen sind eine Anzahl von Programmen der vom Verein Deutscher Ingenieure unter Mitwirkung des Elektrotechnischen Vereins veranstalteten „Technischen Sonderkurse", ferner das Heft 24 der „Mitteilungen des Verbandes Deutscher Gutachterkammern". Die Deutsche Physikalische Gesellschaft hat einige Einladungskarten zu einer Festsitzung aus Anlaß des 60-jährigen Geburtstages des Herrn Geh. Reg.-Rat M. Planck übersandt.

Die Drucksachen und Einladungen liegen hier aus.

Wünscht jemand hierzu das Wort? Wenn dies nicht der Fall ist, so erteile ich das Wort Herrn Dr.-Ing. Hans Heymann, Darmstadt, zu seinem Vortrag „Über die dynamische Balanzierung von rasch umlaufenden Drehkörpern".

An den Vortrag schloß sich eine Erörterung, an der sich die Herren: Fleischmann, Kloß, Lubberger, Rüdenberg, Wagner und der Vortragende selbst beteiligten. Vortrag und Diskussion werden in der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: Der sehr interessante Vortrag des Herrn Dr. Heymann hat uns wieder ein Beispiel dafür geliefert, wie wenig man mit der reinen Emperie fertig bringt, wenn es sich um die Bewältigung schwieriger Aufgaben handelt. Dann muß zunächst der Theoretiker an die Aufgabe treten und sie wissenschaftlich klären. Ich erinnere mich an einen alten lateinischen Spruch aus meiner Schulzeit: „Sapiens solus sutor", Der Weise allein ist der wahre Schuster, der Schuster gedacnt als der Handwerker; der Gelehrte allein versteht es, den Schuster zu belehren, wie er seine Schuhe machen soll. Der Gelehrte zeigt, wie man es machen muß, damit der Praktiker danach verfahren kann. — Ich danke Herrn Dr.-Ing. Heymann im Namen des Vereins für seinen interessanten Vortrag.

Der Generalsekretär:
L. Schüler.

Neuanmeldungen:

Torher, Hans, Installationsgeschäft, Insterburg.
Böhmker, Ernst, Elektroingenieur, Berlin.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 170.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Arnold von Siemens †.

Am 29. April starb im Alter von 65 Jahren Arnold von Siemens, der älteste Sohn Werner Siemens', Mitglied des Aufsichtsrates der Siemens & Halske A. G. und der Siemens-Schuckertwerke. Wir werden auf die Verdienste des Verstorbenen noch zurückkommen.

Leopold Wehr, bisher Vorstand des Baubureaus Landau der Rheinischen Schuckertgesellschaft für elektr. Industrie, A. G., der heutigen Rheinischen Elektrizitäts-A. G., hat vom 1. Mai d. J. ab die Betriebsleitung der Düsseldorf-Duisburger Kleinbahn G. m. b. H. in Kaiserswerth a. Rh. übernommen.

Auszeichnungen. Die naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Frankfurt hat dem Professor für theoretische Physik an der Universität Berlin, Dr. Max Planck, zu seinem 60. Geburtstage den Titel eines Doktors der Naturwissenschaften ehrenhalber verliehen.

Von unseren Fachgenossen starben den Heldentod fürs Vaterland:[1])

E. Scheunchen, Konstrukteur der A.E.G. (Maschinenfabrik), Berlin.

Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:

O. Bermann, Diplomingenieur, Breslau, z.Zt. Feldbausekretär (Eisernes Kreuz I. Kl.).

F. Bockwoldt, techn. Beamter der A.E.G. (Kabelwerk Oberspree), (Eisernes Kreuz II. Kl.).

W. Burkhardt, techn. Beamter der A.E.G., Installationsbureau Berlin (Eisernes Kreuz II. Kl.).

J. Geschke, Konstrukteur der A.E.G. (Maschinenfabrik), Berlin (Eisernes Kreuz I. Kl.).

Kallmeyer, Diplomingenieur der A.E.G., Installationsbureau Stettin (Eisernes Kreuz I. Kl.).

E. Rabe, techn. Beamter der A.E.G., Kabelwerk Oberspree (Eisernes Kreuz II. Kl.).

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602; 1918, S. 19, 59, 80, 99, 122, 159.

LITERATUR.

Besprechungen.

Ein neues Benutzungsstunden-Zählverfahren. Eine Methode zur angenäherten Bestimmung der von einem Abnehmer in Anspruch genommenen Werkskilowatt und darauf aufgebaute Tarife. Von Dr.-Ing. K. Laudien. Mit 15 Abb. 58 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 2,40 M.

Der Verfasser geht beim Aufbau seines neuen Verfahrens von der Gebührentarifformel $K = F \cdot X + L \cdot Y$ (K = Gesamtjahreskosten, F = feste Kosten für 1 kW Werksleistung und Jahr, L = laufende Kosten für die nutzbar abgegebene kWh, Y = Zahl der in einem Jahre entnommenen kWh, X = tariftechnischer Mittelwert der während eines Jahres in Anspruch genommenen kW Werksleistung) aus und behandelt zunächst die bisher üblichen Methoden der Bestimmung von X, wie sie z. B. durch die Tarife der O.E.W. (Bestimmung von X aus den Angaben des Höchstverbrauchsmessers) und des E.W. Halle (Bestimmung von X aus den Zeitzählerangaben) charakterisiert sind. Beide haben Mängel. Bei der ersteren werden Abnehmer, die bei stark schwankenden Entnahmestromstärken nur einen mittleren Jahresverbrauch aufweisen, nach Ansicht des Verfassers zu hart angefaßt. Bei der zweiten ergeben sich für kleine Stromabnehmer sehr hohe Benutzungsstundenziffern, die bei dem Halleschen Tarif dadurch umgangen werden, daß man den Zeitzähler erst bei einer bestimmten Belastung (8,5 bis 40,3 % des Anschlußwertes) anspringen und alles darunter liegende außer acht läßt. Gerade dadurch werden aber Abnehmer, die dem Werk besonders wertvoll sind, benachteiligt.

Der Verfasser schlägt deshalb vor, die Angaben des Zeitzählers abhängig zu machen von der Höhe der Stromentnahme und nennt die so gemessene Größe „Benutzungsstunden" im Gegensatz zu „Zeitstunden", die der gewöhnliche Zeitzähler mißt. Dabei soll eine schwächere, länger dauernde Belastung eine höhere Benutzungsstundenzahl ergeben als eine stärkere von kurzer Zeitdauer.

An verschiedenen Beispielen prüft der Verfasser seine neue Methode und untersucht auch den Einfluß, den ein Fehler in der Schätzung der dem Tarif zugrunde liegenden Größe X verursacht.

Weitere Abschnitte sind den nach der neuen Methode ausgebildeten Tarifen gewidmet; sie können Benutzungsstundentarife, Gebührentarife oder Kombinationen beider sein. Eingehende Berechnungsbeispiele legen ihren Wert klar. Erörterungen über die Vor- und Nachteile folgen. Als Nachteil bezeichnet der Verfasser selbst, daß die neue Tarifmethode den Kunden schwerer verständlich gemacht werden kann als die bisherigen. Dafür wird der Vorteil angeführt, daß sie sich den Werkskosten gut anpassen läßt, wobei allerdings Voraussetzung ist, daß jeder Kunde sorgfältig eingeschätzt wird.

Zum Schluß gibt der Verfasser noch die Konstruktion eines Benutzungsstundenzählers für seine neue Meßmethode an: Die Verbindung eines Kilowattstundenzählers mit einem Zeitzähler durch mehrere Differentialgetriebe, deren Geschwindigkeiten den jeweils gewünschten Tarifverhältnissen anzupassen sind.

Die betriebssichere, mechanische Ausführung dieses Apparates dürfte nicht einfach sein; auch die Anschaffungs- und Instandhaltungskosten sind nicht zu vernachlässigen. Die Meßmethode bedingt, daß für jede Konsumentengruppe entsprechende Zähler zu halten sind und daß, sobald ein Abnehmer seinen Mittelwert X ändert, auch die Übersetzungen der Differentialgetriebe geändert werden müssen. Für Kleinabnehmer dürfte die neue Methode deshalb zu kostspielig werden.

Wagmüller, z. Zt. im Felde.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Die Akkumulatoren für stationäre elektrische Anlagen. Von Prof. Dr. Carl Heim. 5. umgearb. Aufl. mit 79 Abb. VI u. 153 S. in 8°. Verlag von Oscar Leiner. Leipzig 1918. Preis geb. 7 M.

Sonderabdrucke.

Die Kaplan-Turbine und ihre Beziehungen zur Wasserwirtschaft. Eine Entgegnung. „Die Wasserwirtschaft." Wien 1918.

Neue Zeitschriften.

Archiv für Elektrotechnik. Bd. 6, 1918, Heft 10, enthält folgende Arbeiten: L. Dreyfus, Wirbelstromverluste in massiven Ankerleitern bei Leerlauf; A. Roth, Ein neues Meßinstrument zur direkten Analyse von Wechselströmen.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Finanzielle Ergebnisse der deutschen Maschinenbau-Aktiengesellschaften im Jahre 1915[1]).

E. Werner gibt eine Übersicht über die Rentabilität der deutschen Maschinenbau-Aktiengesellschaften im Jahre 1915. Von 353 Gesellschaften mit 897,4 Mill. M Aktienkapital (nominell) konnten nur 298 mit 844,3 Mill. M statistisch verwertet werden; ihr Gründungskapital beträgt 439 Mill. M, entsprechend einer Steigerung um 48%. Unter diesen 298 Gesellschaften befinden sich 241 mit festen Verschuldungen (Obligationen und Hypotheken) von 283 Mill. M, ihre echten Reserven betragen 237 Mill. M, ihr Unternehmungskapital 1082 Mill. M, ihr werbendes Kapital 1365 Mill. M. 135 Gesellschaften mit 539 Mill. M Aktienkapital sind bei der Börse zugelassen. Diesem Aktienkapital entspricht ein Kurskapital von 808 Mill. M. Nach der Höhe der Dividende ergibt sich folgende Einteilung:

Gesellschaften					
88	mit	150	Mill. M	. .	keine Dividende
40	„	107	„	. .	bis 5%
111	„	366	„	. .	5 bis 11%
38	„	129	„	. .	11 „ 16%
9	„	32	„	. .	16 „ 21%
9	„	41	„	. .	21 „ 25%
3	„	19	„	. .	über 25%
298		844			

39 Gesellschaften mit 83,8 Mill. M, die keine Dividende zahlten, erzielten 6,15 Mill. M positiven Gewinn (7,3%), 8 Gesellschaften mit 8,38 Mill. M erzielten 0,673 Mill. M indirekten Gewinn (8%), 41 Gesellschaften mit 57,36 Mill. M arbeiteten mit 6,716 Mill. M Verlust (11,7%). Im folgenden ist eine Übersicht für die Jahre 1912 bis 1915 gegeben:

Gesellschaften	Zahl	Nom. Aktienkapital Mill. M	in % 1912	1913	1914	1915
Mit Dividende	210	694,8	91	80	72	82
Ohne Dividende						
a) mit positivem Gewinn	39	83,8	5	9	21	10
b) mit indirektem Gewinn	8	8,38	—	1	1	1
c) mit Verlust. . . .	41	57,36	4	10	6	7

Da die Dividende nicht der alleinige Maßstab für die Rentabilität eines Unternehmens ist, so sind in Zahlentafel 2 noch einige weitere Angaben gemacht.

Die Werte a bis e der Zahlentafel 2 sind, bis auf das Jahr 1906 zurückergänzt in Abb. 1 aufgetragen. Hieraus erkennt man, daß alle Werte 1915 gegen 1914 ansteigen und den Abfall des Jahres 1914 ausgleichen, wenn auch die Kurven a und b den Stand von 1913 noch nicht wieder erreicht haben. Das starke Ansteigen der Kurve c zeigt, daß die Börsennotierungen die Zukunft der Maschinenbaugesellschaften sehr vorsichtig bewertet haben. Aus dem Verlauf der Kurven d und e erkennt man, daß i. J. 1914 die Reserven zu Hilfe genommen wurden, um der schwierigen Lage gerecht zu werden, und daß i. J. 1915 die Reserven wieder aufgefüllt bzw. noch verstärkt werden konnten. *Ptz.*

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Große Berliner Straßenbahn, Berlin.[1]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 hat die Steigerung des Verkehrs Fortschritte gemacht, die alle Erwartungen übertrafen. Schätzungsweise sind, auf das Jahr berechnet, 100 Mill. Fahrgäste vom Omnibus auf die Straßenbahn übergegangen. Der Zuwachs an Fahrgästen gegen 1916 betrug 24,4%. Dabei sind wegen der behördlicherseits angeordneten Betriebseinschränkungen die Fahrleistungen um etwa 2,5% zurückgegangen, was die Einnahme f. d. Wagenkm von 48,7 auf 62,3 Pf steigerte. Die Fahrleistungen und Personenzahlen der beteiligten Gesellschaften ergeben sich aus Zahlentafel 1.[2])

Zahlentafel 1.

	Mill. Fahrgäste 1916	1917	Mill. Wagenkm 1916	1917
Große Berl. Straßenb.	500,0	622,0	98,1	95,6
Westl. Berl. Vorortb. .	49,4	61,5	11,3	11,4
Berl.-Charl. Straßenb.	47,5	56,2	10,8	10,6
Südl. Berl. Vorortb. . .	13,0	17,4	3,9	4,1
Nordöstl. Berl. Vorortb.	4,0	4,8	0,95	0,97

Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 61,204 Mill. M (49,411 i. V.), die Betriebsausgaben auf 39,403 Mill. M (30,955 i. V.), sie ergeben einen Überschuß von 21,800 Mill. M (18,456 i. V.). Dazu kommen noch 0,565 Mill. M Zinsen (0,336 i. V.). Diesen Einnahmen stehen als Ausgaben gegenüber Zinsen in Höhe von 2,558 Mill. M (2,550 i. V.), Abschreibungen von 0,888 Mill. M (0,846 i. V.), Rücklagen von 1,420 Mill. M (1,270 i. V.), Erneuerungsrücklagen von 8,8 Mill. M (6,4 i. V.) und Abgaben an die Gemeinden von 4,497 Mill. M (3,512 i. V.), und es ergibt sich ein Reingewinn von 4,202 Mill. M (4,213 i. V.). Von diesem erhalten Direktion und Beamte 0,210 Mill. M (0,211 i. V.), und es werden 4% Dividende auf 100,082 Mill. M Aktienkapital (wie i. V.) verteilt; der Rest von 20 407 M (31 746 i. V.) wird vorgetragen. Eine vergleichende Zusammenstellung für die Jahre 1913 bis 1917 ist in Zahlentafel 2 enthalten.

In der mit 244,476 Mill. M (231,553 i. V.) abschließenden Bilanz stehen Bahnkörper mit 79,125 Mill. M (78,454 i. V.), Grundstücke und Gebäude mit 25,645 Mill. M (25,518 i. V.), Wagen mit 41,686 Mill. M (41,418 i. V.), Konzessionen mit 16,836 Mill. M (17,366 i. V.), Maschinen mit 0,237 Mill. M (wie i. V.), Bestände mit 11,242 Mill. M (6,391 i. V., Wertpapiere und Kasse mit 51,953 Mill. M (50,5 i. V.) zu Buch. Schuldnern mit 17,754 Mill. M (11,669 i. V.) stehen Gläubiger mit 14,093 Mill. M (9,719 i. V.) gegenüber.

Über den neuen am 1. Mai in Kraft getretenen Tarif vgl. die Mitteilungen auf S. 189 dieses Heftes. —z.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 240.
[2]) Über 1913 bis 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 357.
[3]) Ohne Tochtergesellschaften.

Zahlentafel 2. Rentabilitätsziffern im deutschen Maschinenbau.

Arbeitsgebiet der Gesellschaften	Rentabilität bezogen auf a. nominelles Aktienkapital 1914	1915	b. eingebrachtes Aktienkapital 1914	1915	c. Kurskapital 1914	1915	d. Jahresreinerträgnis mit Unternehmerkapital 1914	1915	e. + Zinsen der festen Verschuldung mit werbendem Kapital 1914	1915
Allgemeiner Maschinenbau	4,3	6,3	3,0	4,6	3,6	6,0	5,2	7,5	5,1	6,8
Desgl. mit Lokomotivbau	8,0	12,2	5,9	9,1	4,3	7,2	9,8	11,5	8,8	10,2
Desgl. mit Schiffbau	6,1	7,0	4,1	4,7	6,8	8,7	8,5	9,3	7,2	7,9
Werkzeugmaschinenbau	10	13,5	7,0	9,5	6,4	8,0	10,3	18,1	8,9	15,0
Textilmaschinenbau	7,1	6,7	5,1	4,9	2,9	3,4	7,6	5,2	7,1	5,5
Landwirtschaftliche Maschinen . .	6,2	9,0	5,3	6,7	4,2	7,4	6,0	10,9	5,7	9,2
Maschinen und Sondermaschinen in Massenherstellung	6,6	9,9	4,9	7,5	4,6	6,9	10,1	14,3	9,2	12,8
Mittelwerte . . .	6,2	8,8	4,5	6,4	4,5	6,8	8,2	11,2	7,5	9,8

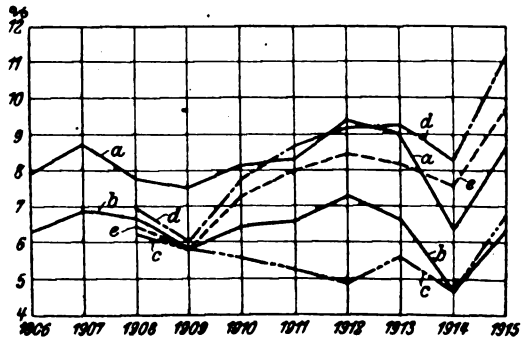


Abb. 1. Rentabilitätsziffern der deutschen Maschinenbau-Aktiengesellschaften.

[1]) Nach E. Werner, „Technik u. Wirtschaft", Bd. 10, S. 569.

Dividenden. Deutsche Kabelwerke A. G., Berlin-Lichtenberg: 10% (8 i. V.) auf 6 Mill. M (5,250 i. V.). — Porzellanfabrik Philipp Rosenthal & Co. A. G., Selb i. B.: 30%. — Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen, Berlin: 3½% (3 i. V.) auf 52,5 Mill. M Stammaktien (wie i. V.), 5% auf 10 Mill. M Vorzugsaktien (wie i. V.).

Firmenverzeichnis.

Elektra-Gesellschaft m. b. H., München. Gegenstand des Unternehmens: Vertrieb von elektrotechnischen Bedarfsartikeln für Schwach- und Starkstromanlagen, Vertretung von Spezialfabriken usw. Stammkapital: 60 000 M. Geschäftsführer: M. Deutschmann und P. Koemm, München.

Mannheimer Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Mannheim. So lautet die bisherige Firma „Leitungsbau-Gesellschaft für elektrische Unternehmungen m. b. H.", Mannheim.

Radio-Apparate-Gesellschaft m. b. H., Düren. Gegenstand: Herstellung und Vertrieb von allen Apparaten und Gegenständen aus dem Gebiete der Strahlung, Beteiligung an gleichartigen Unternehmungen usw. Stammkapital: 50 000 M. Geschäftsführer: E. Rippert, Büsbach; Dr. B. Thieme, Berlin-Wilmersdorf.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Wusterhause, desgl. Gr. Schlatikow (Haftsumme: je 100 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: je 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Sager, Kr. Belgard. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Thomaskirch (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Vielguth (Kr. Oels); desgl. Prietzen; desgl. Buchwald; desgl. Pangau; desgl. Klein-Zöllnig; desgl. Petersdorf (Kr. Löwenberg i. Schl.); desgl. Bogschütz (Haftsummen: je 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: je 50). — Rapstedter Elektrizitätswerk Gen. m. b. H., Rapstedt (Haftsumme der einzelnen Genossen: 500 M). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Groß-Ujeschütz, Kr. Trebnitz, (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Wittgendorf, desgl. Niederblasdorf, Kr. Landshut (Haftsummen: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Groß-Silber, Kr. Saatzig (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Continentale Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Gesellschaft, Frankfurt a. M. (jetzt: Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt A. G.): um 0,2 auf 5 Mill. M. — Telephon-Fabrik A. G. vorm. J. Berliner, Hannover: um 2,5 auf 7,5 Mill. M.

Löschungen. Dr.-Ing. Schneider & Co. Elektrizitätsgesellschaft m. b. H. i. Liquid. Frankfurt a. M. — Elektrobaugesellschaft Carl Schwarzer & Co., Hirschberg i. Schles.

Auflösungen. Elektrizitätswerk G. m. b. H., St. Blasien.

Zahlentafel 2. Ergebnisse der Großen Berliner Straßenbahn.

		1913	1914	1915	1916	1917
Wagenkm[3])	Mill.	106,445	96,894	91,787	98,140	95,636
Gleislänge[3])	km	588,7	594,7	594,6	593,9	593,7
Fahrgäste[3])	Mill.	466	426	437	500	—
Betriebseinnahmen	Mill. M	45,775	42,371	43,478	49,411	61,204
Betriebsausgaben	„	26,844	26,005	26,201	30,955	39,403
Betriebsüberschuß	„	18,931	16,366	17,277	18,456	21,800
Reingewinn	„	9,356	6,544	6,331	4,213	4,202
Abschreibungen und Rücklagen. .	„	5,133	4,857	5,588	8,516	11,106
Dividende	„	8,007	6,005	6,005	4,003	4,003
„	%	8	6	6	4	4

Abschluß des Heftes: 4. Mai 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. | Berlin, 16. Mai 1918. | Heft 20.

Über die wirtschaftliche Ausnutzung von Höchstspannungsleitungen.

Von Gg. Horstmann, Karlsruhe.

Übersicht. Nach Darlegung der Gründe, welche auf eine Vereinheitlichung und Festlegung der für Hoch- und Höchstspannungsnetze verwendeten Spannung hinwirken, wird die erhöhte Bedeutung der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Leitungsanlagen gegenüber deren Berechnung auf Spannungsabfall betont. Die Betriebskosten der Leitungsanlagen werden graphisch und rechnerisch zergliedert und dabei zwischen wirtschaftlichstem Querschnitt für gegebene Belastung und wirtschaftlichster Belastung gegebener Querschnitte unterschieden. Letztere wird für 110 000 V-Leitungen näher untersucht unter besonderer Berücksichtigung einzelner, die Wirtschaftlichkeitsrechnung beeinflussender Faktoren, für welche Werte aus den 110 000 V-Leitungen des Murgwerkes abgeleitet werden.

Die Ergebnisse der Rechnungen werden in Zahlentafeln zusammengestellt und an einem Beispiel näher erläutert. Es wird hervorgehoben, daß die Wirtschaftlichkeitsrechnung zu erheblich höheren Stromdichten in den Leitungen führt, als der bisher geübten Rücksicht auf Spannungsschwankungen entsprach, und daß letztere in großen Anlagen grundsätzlich und ausschließlich durch besondere Spannungsregler beherrscht werden sollten. Ein hierdurch ermöglichtes Einheitsübersetzungsverhältnis der Transformatoren dürfte auch für die Schaltstationen weitere wirtschaftliche Vorteile zur Folge haben.

In der bisherigen Entwicklung der elektrischen Kraftübertragung hatte stets die Steigerung der umgesetzten Leistungen mit der technischen und wirtschaftlichen Beherrschung immer höherer Spannungen Schritt gehalten. Allerdings wurden im Laufe der Zeit die Sprünge von einer Spannungsstufe zur nächst höheren allmählich kleiner, und es scheint, daß man schließlich Grenzen zustrebt, über welchen Hoch- und Höchstspannungen ihre praktische Anwendbarkeit auf absehbare Zeit hinaus verlieren.

Die wirtschaftliche Ausführbarkeit der zur Versorgung einzelner Gemeinden oder Industriebetriebe erforderlichen Transformatoren- und Schaltwerke begegnet über etwa 20 000 V derartigen Schwierigkeiten, daß in Verteilungsnetzen, welche einzelne Ortschaften miteinander verbinden sollen, eine höhere Spannung kaum mehr in Frage kommen kann. Bei weiterer Steigerung der Spannung, bei welcher die Phasenabstände proportional dieser, die räumlichen Ausmaße der Schalthäuser und die Gewichte der Apparate und Transformatoren aber angenähert mit der dritten Potenz derselben wachsen, muß auch die Oberspannung eines weitmaschigen Netzes von Speise- und Kupplungsleitungen verhältnismäßig rasch eine Grenze finden. Auch wird die Betriebssicherheit solcher Anlagen durch die großen in ihnen angehäuften Ölmengen ungünstig beeinflußt, und im Falle eines Brandes werden bei der höheren Spannung größere Werte gefährdet als sonst bei gleicher Leistung.

Nachdem so das Vorhandensein von Grenzen für das weitere Anwachsen der Spannung erkannt ist, wird die allgemeine Festlegung bestimmter Werte derselben — vielleicht 20000 V für Verteilungs- und 110 000 V für Speise- und Kupplungsleitungen — um so leichter vollzogen werden, als das allmähliche Ineinanderwachsen benachbarter Anlagen und die Vereinheitlichung der Kraftversorgung immer größerer Gebiete Vereinbarungen in dieser Richtung ohnehin erfordert.

I.

Hatte sich bisher die Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer Leitung im wesentlichen um die Frage der verwendeten Spannung gedreht, so wird man sich in dem Augenblick, wo mit einer gegebenen Spannung von vornherein zu rechnen ist, wieder mehr für die Frage der wirtschaftlichsten Stromdichte interessieren, die seit Aufstellung der Thomsonschen Regel im Jahre 1881 in der Starkstromtechnik meist nur ein theoretisches Dasein gefristet hat. Dieses Gesetz, das allerdings mannigfach angefochten wurde, sagte in seiner ursprünglichen Form aus:

„Der günstigste Leitungsquerschnitt ist derjenige, bei welchem die jährlichen Kosten des Energieverbrauches gleich dem jährlichen Aufwand an Zinsen usw. für denjenigen Teil des Anlagekapitals sind, der dem Gewichte des verwendeten Leitungsmaterials proportional zu setzen ist."

Der praktischen Anwendung des Gesetzes stand einerseits der Umstand im Wege, daß die dasselbe bestimmenden Koeffizienten, welche durch die verschiedenartigsten Verhältnisse weitgehend beeinflußt werden, schwer in brauchbarer Weise zu fassen sind, während anderseits die Berechnung der Leitungsquerschnitte mit Rücksicht auf die noch zulässigen Spannungsschwankungen bisher ohnehin meist auch zu wirtschaftlicher Belastung derselben führte. Die zeitgemäße Bedeutung des Gesetzes liegt deshalb nicht so sehr darin, daß nach Ausschaltung der freien Wahl in der Spannung, die Wirtschaftlichkeitsberechnung mehr zur Geltung kommen muß, als darin, daß seine Anwendung bei neuzeitlichen Höchstspannungsanlagen, infolge der gesteigerten Leitungskosten und der zunehmenden Verbilligung der elektrischen Energie zu erheblich höheren Stromdichten als den bisher üblichen führt, und daß die Verteuerung aller Materialien, insbesondere der Leitungsmetalle, infolge des Krieges auch schon bei niedrigeren Spannungen nach derselben Richtung weist.

Die Wirkung dieser und einiger anderer Einflüsse auf die wirtschaftliche Ausnutzung von Höchstspannungsleitungen soll im folgenden näher untersucht und dabei insbesondere auf Verhältnisse Bezug genommen werden, die sich beim Bau der 110 000 V-Leitungen des vom badischen Staate erbauten Murgwerkes ergeben haben.

Unter Bezugnahme auf die Arbeiten Hocheneggs, bzw. Teichmüllers[1]) lassen sich die Kosten des Betriebes einer Leitung zusammensetzen aus

1. den Kosten der Korona- und Isolationsverluste,
2. dem Kapitaldienst der vom Leiterquerschnitt unabhängigen und abhängigen Anlagekosten,
3. den Kosten der Stromwärmeverluste.

Trägt man, wie in Abb. 1, diese einzelnen Kosten in Abhängigkeit von der Stromstärke in Koordinaten auf, so erhält man für die verschiedenen, in Frage kommenden Querschnitte (z. B. 50, 70, 95, 120 mm²) eine Anzahl von Kurven (Parabeln), welche die Wirtschaftlichkeit der gewählten Leitungsanordnung zu beurteilen erlauben. Für jede Stromstärke wird sich eine Parabel, einem bestimmten Querschnitt zugehörig finden lassen, bei welcher der Aufwand an Betriebskosten (die Ordinate) am kleinsten wird, wie es die Thomsonsche Regel fordert.

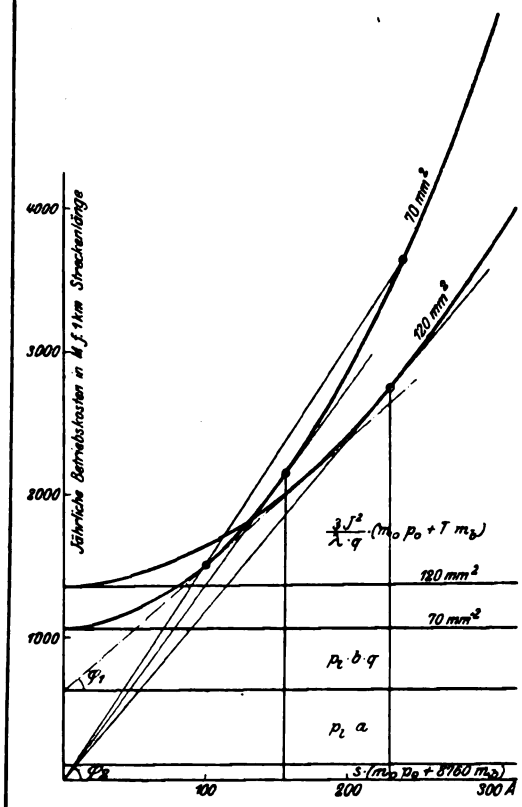


Abb. 1

Nicht weniger wichtig erscheint jedoch die Frage: welche Belastung einer vorhandenen Leitung mit Rücksicht auf deren Wirtschaftlichkeit zugemutet werden kann. Dabei scheint vielfach nicht genügend beachtet worden zu sein, daß es sich hier überhaupt um zweierlei handelt: nämlich den wirtschaftlichsten Querschnitt für gegebene Belastung und die wirtschaftlichste Belastung für gegebenen Querschnitt, und daß die Stromdichte im zweiten Falle höher liegt als im ersteren.

Das Verhältnis der Betriebskosten der Leitung zu deren Belastung in jährlichen kWh wird, solange letztere der Stromstärke proportional gesetzt werden kann, durch $\operatorname{tg} \varphi_2$ bestimmt. Es erreicht ein Minimum in den Berührungspunkten der vom Nullpunkt an die den verschiedenen Querschnitten zugehörigen Parabeln gelegten Tangenten. Der flache Verlauf der Parabeln im Bereiche der Berührungspunkte läßt erkennen, daß die Belastung der Leitung in weiteren Grenzen geändert werden kann, ohne daß die Ausnutzung der Leitung erheblich an Wirtschaftlichkeit einbüßt, eine Tatsache, die, wie bereits angedeutet, zur Verkennung der Wichtigkeit derartiger Berechnungen beigetragen hat.

Rechnerisch lassen sich nach den angeführten Quellen die Kosten des Betriebes der Leitung wie folgt anschreiben:

$$K = s\,(m_0 p_0 + 8760\, m_b) + p_l\,(a + b\,q) + \frac{3\,J^2}{\lambda\,q}\,(m_0 p_0 + T m_b) \quad . \quad . \quad (1$$

[1]) Vgl. „ETZ" 1902, S. 192.

Digitized by Google

worin bedeuten

K die Kosten in M/km Streckenlänge,
J die höchste auf der Einfachleitung vorkommende Stromstärke in Ampere,
λ die Leitfähigkeit des verwendeten Leitungsmaterials,
s die Korona- und Isolationsverluste in kW/km Streckenlänge,
a und b die vom Leiterquerschnitt unabhängigen und die diesem proportionalen Anlagekosten der Leitung in M/km Streckenlänge,
q den Querschnitt eines Leitungsseiles in mm²,
p_0 und p_l Faktoren für Verzinsung, Tilgung, Erneuerung und Unterhaltung für die Anlagekosten des Kraftwerks bzw. der Leitung,
m_0 die Anlagekosten der Kraftstation in M für das installierte kW Maschinenleistung,
m_b die reinen Betriebskosten des Stromes in M/kWh,
$T = \int_0^{8760} \left(\frac{1}{J}\right)^2 dt$ die durchschnittliche jährliche Dauer der auf die höchste vorkommende Stromstärke bezogenen Stromwärmeverluste in Stunden.

Alsdann ergibt sich der wirtschaftlichste Querschnitt durch Differenzieren der Gl. (1) nach q aus $\frac{dK}{dq} = 0$

$$q = J \cdot \sqrt{\frac{3\,(m_0 p_0 + T m_b)}{\lambda\, b\, p_l}}, \quad \ldots \quad (2$$

$$\frac{J}{q} = \sqrt{\frac{\lambda\, b\, p_l}{3\,(m_0 p_0 + T m_b)}} = \operatorname{ctg} \varphi_1, \quad \ldots \quad (3$$

wobei φ_1 den Winkel bedeutet, welchen eine allen Parabeln gemeinschaftliche Tangente mit der Horizontalen bildet.

Die wirtschaftlichste Belastung eines gegebenen Querschnittes ergibt sich durch Differenzieren von $\frac{K}{J} = \operatorname{tg} \varphi_2$ nach J aus $\frac{d \operatorname{tg} \varphi_2}{dJ} = 0$

$$J = \sqrt{\frac{\lambda\, q\, [p_l (a + b\, q) + s\,(m_0 p_0 + 8760\, m_b)]}{3\,(m_0 p_0 + T m_b)}}, \quad (4$$

$$\frac{J}{q} = \sqrt{\frac{\lambda\, [p_l (a + b\, q) + s\,(m_0 p_0 + 8760\, m_b)]}{3\, q\, (m_0 p_0 + T m_b)}}. \quad (5$$

Während die Frage nach dem wirtschaftlichsten Querschnitt zu einer für alle Belastungen gleichbleibenden Stromdichte führt, wechselt die wirtschaftlichste Stromdichte mit dem Querschnitt, u. zw. liegt sie um so höher, je kleinere Querschnitte auf der Leitung verwendet werden.

Zur weiteren Untersuchung dieser wirtschaftlichsten Stromdichte sollen im folgenden für 110 000 V-Leitungen die Werte einzelner die Gl. (4) und (5) bestimmender Faktoren näher erörtert werden. Die gewonnenen Ergebnisse würden sich übrigens ohne weiteres auch bei den Gl. (2) und (3) verwerten lassen.

II.

Zur Aufstellung allgemein verwendbarer Koeffizienten für diese Gleichungen eignet sich die Anlage der 110 000 V-Leitungen des Murgwerks besonders deshalb, weil für sie einerseits sorgfältige Vorarbeiten in bezug auf Trassierung und Mastkonstruktionen mit einheitlich aufgestellten und für Friedensausführung bindenden Kostenanschlägen vorlagen, und anderseits ihre Gliederung in 3 Leitungsabschnitte wesentlich verschiedenen Charakters auch Schlüsse auf die Beeinflussung der gewonnenen Werte durch verschiedenartige Verhältnisse zuläßt.

Die veränderten Umstände, die der z. Zt. im Bau befindlichen Kriegsausführung zugrunde liegen, dürfen hier füglich unberücksichtigt bleiben.

Abschnitt I zwischen Mannheim und Karlsruhe, durchquert Ackerland, Wald und Wiesen. Die Leitung war hier einfach mit 3 Kupferseilen von je 70 mm² und Blitzseilen vorgesehen. Sie besitzt zahlreiche Bahn-, Post- und Straßenkreuzungen, und die Mastfundierungen werden häufig durch Grundwasser behindert. Abschnitt II zwischen Karlsruhe und Muggensturm, gleichfalls in der Ebene gelegen, aber ebenso wie Abschnitt III für Doppelleitung mit 6 Kupferseilen von je 70 mm² und Blitzseilen vorgesehen, gleicht im Charakter dem Abschnitt I, ist aber weniger mit teuren Entschädigungen für Wald und mit Schutzmaßnahmen für Kreuzungen belastet. Abschnitt III liegt im Gebirge zwischen Rotenfels und dem Kraftwerk in Forbach und ist durch zahlreiche Eckpunkte und weitgespannte Talüberquerungen ausgezeichnet. Auch erreichten hier die Entschädigungen für beseitigte Obstbäume eine erhebliche Höhe.

Die Maste sind durchweg Gittermaste mit Betonfundamenten und nach den Verbandsnormalien sowie den bei Kriegsausbruch üblichen Bahn- und Postvorschriften berechnet. Die Aufhängung des untersten Leitungsseiles erfolgt in 15 m Höhe über Boden, womit die Spannweite im ebenen Gelände auf die Regel von 220 m festgelegt ist. Die Isolation erfolgt durch siebengliedrige Hänge- und achtgliedrige Abspannketten.

Von wesentlichstem Einfluß auf die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist die Trennung der Anlagekosten in einen vom Querschnitt unabhängigen und einen davon abhängigen Teil, also die Kenntnis der Faktoren a und b. Angaben für diese Größen sind in der Literatur namentlich für 110000V-Leitungen kaum zu finden, und es wurde deshalb der Versuch gemacht, solche aus den Murgwerkleitungen abzuleiten. Es mag vorweg erwähnt werden, daß sich dabei die Annahme einer linearen Beziehung zwischen Querschnitt und Leitungskosten durchaus als zulässig erwiesen hat.

Zahlentafel 1.

	Leitungsabschnitt I	II	III
Streckenlänge in km	66,0	17,0	19,5
Anzahl der Tragmaste	280	69	45
Anzahl der Abspannmaste	57	11	38
Gesamtzahl der Maste	337	80	83
Anzahl Tragmaste auf 1 km	4,25	4,05	2,30
„ Abspannmaste auf 1 km	0,86	0,65	1,95
Gesamtzahl Maste auf 1 km	5,11	4,70	4,25
Gewicht des normalen Tragmastes in kg	1220	2320	2320
Durchschnittl. Gewicht des ausgeführten Tragmastes in kg	1320	2320	2760
Verhältnis des durchschnittl. ausgeführten Gewichtes zum normalen	1,08	1,00	1,18
Betonvolumen des normalen Tragmastes in m³	6,72	11,7	11,7
Durchschnittl. Volumen der ausgeführten Tragmastfundamente für 1 Stück in m³	7,10	11,7	13,1
Verhältnis des durchschnittl. ausgeführten Volumens zum normalen	1,06	1,00	1,12
Durchschnittl. Gewicht der ausgeführten Abspannmaste für 1 Stück in kg	4400	6350	6820
Durchschnittl. Betonvolumen d. ausgeführten Abspannfundamente für 1 Stück in m³	19,8	22,8	24,5
Mittlerer Spitzenzug der Abspannmaste gerechnet nach Q [Gl. (6)] in kg	4100	4750	5200
Desgl. gerechnet nach V [Gl. (6)] in kg	3950	4700	5100
Desgl. im Mittel in kg	4025	4725	5150

Für die Aufstellung eines Abhängigkeitsverhältnisses von Anlagekosten und Leitungsquerschnitt kamen im wesentlichen das Leitungsmaterial selbst und dann die Maste und deren Fundierungen als rechnerischer Behandlung zugängig in Betracht. Der Einfluß des Querschnittes auf die übrigen Kosten der Anlage insbesondere der Montage, der jedoch von erheblich geringerer Bedeutung ist, konnte nur geschätzt werden.

Aus den vorhandenen Konstruktionen konnten zunächst nach Zahlentafel 1 lineare Beziehungen der Mastgewichte Q und Betonvolumen V zum Spitzenzug Z festgestellt werden, u. zw. ergab sich für Maste normaler Höhe mit sehr guter Annäherung:

$$\left.\begin{aligned} Q &= 700 + 0{,}9\,Z \text{ in kg für Einfachleitung} \\ Q &= 1100 + 1{,}1\,Z \text{ in kg für Doppelleitung} \\ V &= 4 + 0{,}004\,Z \text{ in cbm für Einfach- u. Doppelleitung.} \end{aligned}\right\} \ldots (6$$

Hierbei ist allerdings zu bemerken, daß die Mastenberechnung auf den Doppelleitungsstrecken, die erst während des Krieges zu Ende geführt wurde, auf geringere Qualität des Eisens Rücksicht nahm, und daß man bestrebt war, die Maße der Betonfundamente auf diesen Strecken so gering als möglich zu halten. Die Folge davon ist ein verhältnismäßig etwas größeres Mastgewicht auf den Leitungsabschnitten II und III und die zufällige Übereinstimmung der Betonfundamente in der Einfach- und Doppelleitungsstrecke bei gleichem Spitzenzug.

Um nun den Spitzenzug seinerseits in Beziehung zum Leitungsquerschnitt zu bringen, mußte zwischen Tragmasten und Abspannmasten unterschieden werden.

Für die normalen Tragmaste mit einem mittleren Abstand von 220 m ergibt sich bei Querschnitten zwischen 50 und 120 mm² annähernd (unter Berücksichtigung von Blitzseilen)

$$\left.\begin{aligned} Z &= 420 + 3\,q \text{ für Einfachleitung} \\ Z &= 700 + 6\,q \text{ für Doppelleitung} \end{aligned}\right\} \ldots . (7$$

was in die Gl. (6) eingesetzt, ohne weiteres zum Ziel führt. Der gelegentlichen Verwendung höherer Tragmaste, die namentlich beim Überspannen von Hopfenfeldern auf Abschnitt I und im Gebirge auf Abschnitt III in Frage kam, kann aber dadurch noch Rechnung getragen werden, daß die Werte von Q und V in dem Verhältnis erhöht werden, in welchem das tatsächlich ausgeführte durchschnittliche Gewicht und Volumen zu demjenigen des normalen Mastes steht. Derart entstehen für die Tragmaste die Beziehungen

Leitungsabschnitt	I	II	III
$Q =$	$1160 + 2{,}9\,q$	$1870 + 6{,}6\,q$	$2230 + 7{,}8\,q$
$V =$	$6{,}0 + 0{,}013\,q$	$6{,}8 + 0{,}024\,q$	$7{,}6 + 0{,}027\,q$

(8

Bei den Abspannmasten kann in gleicher Weise das durchschnittliche Gewicht und das durchschnittliche Betonvolumen der tatsächlichen Ausführung auf den einzelnen Leitungsabschnitten ermittelt und daraus nach (6) ein mittlerer Spitzenzug zurückgerechnet werden. Man wird dabei je nachdem man letzteren aus dem durchschnittlichen Mastgewicht oder dem durchschnittlichen Betonvolumen rechnet, infolge der Unvollkommenheit der Gl. (6) zu etwas verschiedenen Werten kommen, deren Mittel zweckmäßigerweise weiter benutzt wird. Derart werden für die Abspannmaste die Beziehungen erhalten

Leitungsabschnitt	I	II	III
$Z =$	$58\,q$	$68\,q$	$72\,q$
$Q =$	$700 + 52\,q$	$1100 + 74\,q$	$1100 + 79\,q$
$V =$	$4 + 0{,}23\,q$	$4 + 0{,}27\,q$	$4 + 0{,}315\,q$

(9

Unter Berücksichtigung der Anzahl der pro km verwendeten Maste lassen sich nun die

Digitized by Google

Beziehungen unter (8) und (9) zusammenfassen in

Leitungsabschnitt	I	II	III	
Q kg/km	$5500 + 56{,}9\,q$	$8170 + 74{,}6\,q$	$6450 + 159\,q$	(10
V m³/km	$28{,}95 + 0{,}253\,q$	$30{,}9 + 0{,}272\,q$	$23{,}4 + 0{,}585\,q$	

Werden jetzt folgende Friedenspreise der Rechnung zugrunde gelegt

a) Kupferseil für 100 kg . . . . M 160,—
b) Leitungsmaste einschl. Anfuhr und Aufstellen für 100 kg in der Ebene . . . . . „ 33,50
desgleichen im Gebirge . . . „ 37,50
c) Betonfundamente einschl. Aushub und Wiederherstellen der Erdoberfläche für den cbm in der Ebene . . „ 31,—
desgleichen im Gebirge . . . . „ 42,—

so können die Kosten der Leitung wie in Zahlentafel 3 zergliedert werden.

Zahlentafel 2.

	Leitungsabschnitt I	II	III
a) Kupfer	$43\,q$	$86\,q$	$86\,q$
b) Maste	$1840 + 19\,q$	$2740 + 25\,q$	$2420 + 60\,q$
c) Fundamente	$900 + 8\,q$	$950 + 8\,q$	$980 + 25\,q$
d) Isolatoren, Blitzseile, Erdungen, Schutzmaßnahmen	1440 —	2430 —	2770 —
e) Montage und Bauleitung[1])	$1090 + 9\,q$	$1570 + 9\,q$	$2110 + 12\,q$
f) Absteckung und Entschädigungen	1630 —	1410 —	2220 —
Zusammen M/km	$6900 + 79\,q$	$9100 + 128\,q$	$10500 + 183\,q$

Eine Verallgemeinerung dieser Ergebnisse ist natürlich nur unter Berücksichtigung aller der Verhältnisse zulässig, auf welchen sich dieselben aufbauen. Insbesondere werden die erhaltenen Werte je nach der Marktlage für Kupfer, Eisen usw. und nach der Höhe der Arbeitslöhne Änderungen unterworfen sein, die jedoch ebenso wie die mögliche Verwendung eines anderen Leitungsmaterials in vorstehendem Berechnungsgang ohne weiteres einzeln berücksichtigt werden können.

Zahlentafel 2 erleichtert auch eine genauere Aufstellung des Faktors p_l der Verzinsung, Tilgung, Erneuerung und Unterhaltung der Leitung, der sich darnach für die verschiedenen Teile der Anlagekosten getrennt aufstellen und zusammensetzen läßt.

Bei einem Satz von 6% für Verzinsung und Tilgung, 0,6% für Erneuerung und Unterhaltung der Posten a) und c) und 3% desgleichen für die Posten b), d) und e) ergibt sich so je nach Leitungsabschnitt und Querschnitt

$$p_l = 0{,}076 \text{ bis } 0{,}078.$$

III.

Der Einfluß, welchen der Nenner in Gl. (4) bzw. (5) auf die wirtschaftlichste Belastung ausübt, äußert sich bei Wasserkraft- und Dampfanlagen in verschiedener Weise. Im ersteren Falle überwiegt der Anteil des Kapitaldienstes der Kraftanlage an den gesamten Betriebskosten derart, daß die reinen Betriebskosten und damit der Einfluß der Dauer der Stromwärmeverluste vernachlässigt werden können; im zweiten Falle erlangen letztere Größen erheblichen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit.

Die Dauer der Stromwärmeverluste T kann aus dem Jahresbelastungsdiagramm der Leitung abgeleitet werden. Sie ist vom Quadrat der Stromstärke abhängig und daher zu unterscheiden von der im Zentralen- bzw. Maschinenbetrieb entsprechenden Größe der Benutzungsdauer, der sie jedoch im Wesen gleicht und deren Änderungen sie auch — vorausgesetzt, daß Maschinen und Leitungen zusammenarbeiten — gleichläufig folgt.

Ein solches Zusammenarbeiten wird indessen, soweit neuzeitliche 110 000 V-Leitungen in Betracht kommen, vorläufig nur bei Speiseleitungen von Wasserkraftwerken stattfinden. In Verbindung mit Dampfkraftwerken dürften derartige Leitungen auf absehbare Zeit hinaus wesentlich dem Belastungsausgleich bzw. der gegenseitigen Reservestellung mehrerer Zentralen dienen, wobei die Belastungsdiagramme der Leitungen und Maschineneinheiten gänzlich unabhängig voneinander verlaufen werden.

In dem in Abb. 2 dargestellten Jahresdiagramm, das dem zusammengelegten Konsum eines größeren süddeutschen Industriegebietes entspricht, und das eine Benutzungsdauer des Höchststromes von etwa 3000 h aufweist, würde, falls der gesamte Bedarf aus einer Leitung zu decken wäre, eine Dauer der Höchststromwärmeverluste von $T = 1860$ h erreicht werden. Würde jedoch, beispielsweise zur wirtschaftlicheren Ausnutzung vorhandener Maschinensätze, nur der schraffierte Teil des Diagramms aus einem besonderen Spitzenwerke über die Leitung geliefert, so würde sich die Benutzungsdauer des Höchststromes der Maschinensätze auf 4300 h, diejenige des Höchststromes der Leitung auf 1900 h und die Dauer der Höchst-Stromwärmeverluste in derselben auf nur 640 h stellen. Diese Zahlen beweisen die Tatsache, daß die Ausnutzung der Leitungsquerschnitte im Betriebe öffentlicher Elektrizitätswerke stets noch sehr viel ungünstiger ist, als diejenige der Kraftanlagen selbst.

Abb. 2.

In Zahlentafel 3 ist nun der Versuch gemacht, den Einfluß der wesentlichsten Faktoren auf die wirtschaftlichste Stromdichte zahlenmäßig zu erläutern und dabei auf folgende Verhältnisse Bezug genommen:

Die Angaben beschränken sich auf Einfachleitungen aus Kupfer mit einer Leitfähigkeit von $\lambda = 60$.

Als Kapitalbedienungssatz für die Leitung wurde

$$p_l = 0{,}075$$

und der Korona- und Isolationsverlust auf den km Streckenlänge mit

$$s = 0{,}5 \text{ kW}$$

angenommen.

Bei Wasserkraftanlagen wurde

$$p_0 = 0{,}08$$
$$m_b = 0$$

und das Anlagekapital für das installierte kW Maschinenleistung bei speicherbaren Hochdruckwerken beispielsweise $m_0 = 500$ M, bei Niederdruckwerken $m_0 = 1000$ M gesetzt.

Zahlentafel 3.

	q	Friedenspreise vor dem Kriege 1. $a = 7000$ $b = 80$ J	$\frac{J}{q}$	Teuerungspreise 2. $a = 12000$ $b = 150$ J	$\frac{J}{q}$
A. Wasserkraftanlagen.					
I. $m_0 = 500$. Speicherbares Hochdruckwerk	50	146	2,92	192	3,85
	70	184	2,62	245	3,50
	95	237	2,50	308	3,25
	120	277	2,30	370	3,08
II. $m_0 = 1000$. Niederdruckwerk	50	104	2,07	136	2,73
	70	130	1,86	174	2,48
	95	168	1,77	218	2,30
	120	196	1,63	262	2,18
B. Dampfkraftanlagen.					
I. $T = 1000$. Gut belastete Kupplungsleitungen	50	122	2,45	158	3,16
	70	155	2,22[1])	201	2,88
	95	192	2,02	253	2,67
	120	230	1,92[1])	302	2,53
II. $T = 2000$. Sehr gleichmäßig belastete Speiseleitungen	50	106	2,12	137	2,73
	70	134	1,93	175	2,49
	95	166	1,75	220	2,30
	120	200	1,66	263	2,19

Bei Dampfkraftanlagen wurden

$$p_0 = 0{,}14$$
$$m_0 = 300 \text{ M}$$

und die reinen Betriebskosten für 1 kWh $m_b = 0{,}02$ M gewählt und für die Dauer der Stromwärmeverluste die Werte $T = 1000$ und 2000 h zugrunde gelegt.

Schließlich wurde den schwankenden Marktpreisen durch die Grenzwerte für den km Streckenlänge

$$a = 7000 \text{ und } 12\,000 \text{ M}$$
$$b = 80 \text{ „ } 150 \text{ M}$$

Rechnung getragen, wobei die unteren Werte etwa den Friedenspreisen der Zahlentafel 2 entsprechen.

Für die Querschnitte $q = 50$, 70, 95 und 120 mm² ergaben sich dann 2-mal 4 Reihen von Werten der wirtschaftlichsten Höchststromstärke bzw. höchsten Stromdichten.

Es geht aus denselben deutlich hervor, daß höhere Anlagekosten der Niederdruckwerke in genau der gleichen Weise wie lange Dauer der Höchstbelastung von Dampfkraftwerken die Verwendung größerer Querschnitte rechtfertigen, und daß billige Anlagekosten von Spitzenwerken und ausgeprägte Spitzenbelastung der Leitung größtmögliche Stromdichten auf derselben zur wirtschaftlichen Pflicht machen.

Anderseits zeigt die Zahlentafel auch den erheblichen Einfluß, den die Verteuerung der Anlagekosten auf die Wirtschaftlichkeit in der Richtung nach stärkerer Belastung der Querschnitte ausübt.

IV.

Die in Abb. 1 dargestellten Kurven entsprechen den Werten der Reihe B I 1 in Zahlentafel 3, also einer im Anschluß an ein Dampfkraftwerk zu Friedenspreisen erstellten 110 000 V-Leitung, u. zw. für 3 × 70 und 3 × 120 mm² Kupferquerschnitt. Sie betreffen also Verhältnisse, die noch durchaus nicht zu extremer Belastung der Querschnitte drängen.

Die Berechnung des günstigsten Querschnittes nach der Thomsonschen Regel bzw. Gl. (3) würde bei diesen Verhältnissen zu einer Stromdichte von 1,43 A/mm² führen, welche bei 100 000 V Verbrauchsspannung und 70 mm² einer Höchstleistung von 24 500 kVA entsprechen würde. Die wirtschaftlichste Stromdichte nach Gl. (5) beträgt jedoch

für 70 mm² 2,22 A/mm²
und für 120 „ 1,92 „

[1]) Das Abhängigkeitsverhältnis vom Querschnitt ist geschätzt.

[1]) In Abb. 1 verwertet.

Digitized by Google

Die Stromdichte von 1,43 A/mm² ergibt bei 70 mm² eine um 10% geringere Wirtschaftlichkeit (tg φ_2 um 10% größer), welche auf der anderen Seite auch bei einer Stromdichte von 3,40 A/mm² wieder erreicht wird. Diese beiden Stromdichten entsprechend 24 500 und 59 000 kVA Höchstleistung sind unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit einer Leitung von 3 × 70 mm² Kupferquerschnitt durchaus gleichwertig, dagegen ergeben sich im zweiten Falle wesentlich höhere Spannungsschwankungen. In Anbetracht der hierbei möglichen bedeutenden Ersparnisse an Anlagekapital erscheint es aber kaum fraglich, daß diese auf vorteilhafterem und billigerem Wege durch besondere Regeleinrichtungen beherrscht werden.

Wollte man in Befolgung der Thomsonschen Regel den Querschnitt der Leitung im Verhältnis von 1,43 zu 3,40 A von 3 × 70 mm² auf 3 × 170 mm² vergrößern, so würde dies für 100 km Streckenlänge einen Mehraufwand von etwa 800 000 M bedingen.

Dagegen würde sich auf dieser Strecke bei einer Belastung von 3,4 A/mm² bereits ein Stromwärmeverlust von 9,9% ergeben und der Spannungsabfall infolge Induktivität noch höher stellen. Die erwähnten Strombelastungen entsprechen aber nach den Voraussetzungen des Beispiels erst einer Wirtschaftlichkeitsberechnung unter Verhältnissen, wie sie vor dem Kriege geherrscht haben und werden durch die inzwischen eingetretenen und z. T. sicher dauernden Preissteigerungen noch erheblich weiter erhöht werden können. Damit käme man, namentlich auch unter Berücksichtigung dessen, daß die Reichweite von 110 000 V-Leitungen bei 100 km keineswegs erschöpft ist, zu Spannungsschwankungen in diesen, welche einen Regulierbereich bisher ungewohnten Umfangs erfordern würden.

Es ist anzunehmen, daß diese Verhältnisse zu ganz neuen Lösungen des Regelungsproblems führen, bzw. deren grundsätzlich von der Stromerzeugung, Umformung und Fortleitung getrennte Behandlung zur Folge haben werden. Doch darf bezweifelt werden, daß die Kosten dieser neuen Einrichtungen an die oben erwähnten Mehrkosten einer entsprechend verstärkten Leitung heranreichen würden.

Wenn es trotzdem scheinen könnte, daß die Forderung nach wirtschaftlicherer Ausnutzung der Leitung zu weiterer Vergrößerung, Verteuerung und Komplikation der Schaltanlagen führen möchte, so mag dem gegenüber gehalten werden, daß die grundsätzliche Spannungsregulierung mittels besonderer Einrichtungen den großen Vorteil eines einzigen Übersetzungsverhältnisses aller Transformatoren einer Anlage ermöglicht. Dieser wird um so mehr in die Erscheinung treten, je allgemeiner bestimmte Spannungen eingeführt werden, indem dann alle Transformatoren untereinander ausgetauscht, und deshalb im Bedarfsfalle auch leicht beschafft bzw. veräußert werden können.

Die Entwicklung der Schalt- und Transformatorenanlagen wird sich dann künftig wesentlich mehr in der Richtung der Vergrößerung der Einheiten, als in der einer Vermehrung derselben bewegen, und daher nicht unwesentlich auch zur Verbilligung bzw. zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen beitragen.

Ein rascher Zusammenschluß immer größerer Versorgungsgebiete und der damit im Zusammenhang stehende planmäßige Ausbau von 110 000 V-Netzen wird sich nur durch äußerste Ausnutzung aller Teile der Kraftübertragungsanlagen durchführen, dann aber auch erst eine wirklich wirtschaftliche Ausbeute unserer vorhandenen reichen Kraftquellen erwarten lassen.

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

Offizieller Bericht über die 4. Jahresversammlung am Sonnabend, den 15. September 1917, in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftsbericht; Entlastung des Vorstandes; Wahlen.
2. Herr Dr. Lux, Berlin: „Bericht über Entstehung, Organisation und Programm der Kommission IV (für praktische Beleuchtungsfragen)".
3. Herr Dr. Bloch, Berlin: „Die einheitliche Kennzeichnung der Lichtquellen."
4. Herr Dr. Halbertsma, Frankfurt a. M.: „Die Streuung (Diffusion) des Lichtes als Mittel zur Verringerung der Flächenhelle künstlicher Lichtquellen."

Versammlungsbericht.

Anwesend: 28 Personen.

Vorsitzender: Herr Warburg.

Beginn der Versammlung: 4½ Uhr.

Der Vorsitzende begrüßt die Versammlung mit einer kurzen Ansprache.

1) Geschäftsbericht, Entlastung des Vorstandes, Wahlen.

Herr Liebenthal: „Tätigkeit der Gesellschaft." In dem jetzt zu Ende gehenden Geschäftsjahr sind wir, abgesehen von der heutigen Jahresversammlung, zu drei ordentlichen Mitgliederversammlungen, nämlich am 27. XI. 1916, sowie am 3. II.[1]) und 19. V. 1917[2]) zusammengetreten. Zum ersten Male seit Kriegsausbruch haben wir somit dem §17 unserer Satzungen genügt. In der vorjährigen Tagung zu Nürnberg war Frankfurt a. M. als Ort für die diesjährige Jahresversammlung vorgeschlagen worden. Der Vorstand hat sich indessen für Charlottenburg als den durchschnittlich am günstigsten gelegenen Tagungsort entschieden. In der Novembersitzung wohnten wir einer Versammlung des Architekten-Vereins zu Berlin als Gäste bei. Dort sprachen Herr Lux und ich als Mitglieder unserer Gesellschaft, Herr Jautschuß vom Architekten-Verein über beiden Vereinen gemeinsame Fragen. Die Februarversammlung brachte einen Bericht von Herrn Strecker über eine Ausschußsitzung vom 13. I. 1917 und einen Vortrag von Herrn Bertelsmann über künstliche Beleuchtung von Schul- und Arbeitsräumen. In der Maisitzung trugen Herr Lux über die künstlichen Lichtquellen in der Photographie, Herr Schröter über den fadenförmigen Kristall und seine Anwendung auf die Glühlampe vor.

Zu den bisherigen Kommissionen (I, II und III) ist noch die Kommission IV hinzugekommen. Über die Zusammensetzung des Vorstandes, des Ausschusses und der Kommissionen gibt die im Anhang mitgeteilte Liste Auskunft.

Der Vorstand ist unter dem Vorsitz von Herrn Warburg am 16. XII. 1916 und heute zu geschäftlichen Sitzungen zusammengetreten. Der Ausschuß hat am 13. I. 1917 unter dem Vorsitz von Herrn Strecker eine Sitzung abgehalten, über welche dieser, wie bereits erwähnt, in der Mitgliederversammlung vom 3. II. 1917 berichtete. Die Kommission III (für Meßmethoden) hat sich unter dem Vorsitz von Herrn Brodhun am 19. V. 1917 zu einer Sitzung vereint; im wesentlichen handelte es sich um eine Besprechung über den jetzigen Stand der Frage der Bewertung von Lichtquellen. Über die Kommission IV (für praktische Beleuchtungsfragen) wird Ihnen noch Herr Lux berichten.

Am 30. März d. J. feierte unser Vorsitzender, Herr Warburg, sein goldenes Doktorjubiläum. Eine größere Anzahl technisch-wissenschaftlicher Vereine, zu denen auch unsere Gesellschaft gehörte, hat zusammen mit der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Bunsen-Gesellschaft dem Jubilar ihre Huldigung dargebracht und ihm sein von der Meisterhand des Herrn Professor Klimsch in Marmor gemeißeltes Bildnis überreicht.

Am 25. Mai d. J. starb der Ingenieur-Chemiker Herr Heinrich Süßmann. Ich bitte Sie, sich zu Ehren de Verstorbenen, der ein treues Mitglied unserer Gesellschaft war, von den Sitzen zu erheben. (Geschieht.)

Herr Norden: „Kassenbericht und Entlastung des Vorstandes." Die Prüfung der Bilanz und Kasse hat am 11. September d. J. durch Herrn Drehschmidt und mich stattgefunden. Sie umfaßt die Einnahmen und Ausgaben für die Zeit vom 1. IX. 1916 bis 31. VIII. 1917.

Das Vereinsvermögen betrug gegen das vorige Berichtsjahr (1. X. 1915 bis 31. VIII. 1916)	6 355,45 M
hat also zugenommen um	1 213,10 M
Es setzt sich zusammen aus:	
Kassenbestand	95,05 M
Kriegsanleihe, aufgenommen zu 98%	7 350,00 „
Bankguthaben	123,50 „
zusammen	7 568,55 M

Die Mitgliedsbeiträge machten insgesamt 2 220 M (gegen 2 205 M) aus; hierzu kamen noch 310,40 M Zinsen.

Die Gesamteinnahme betrug demnach	2 530,40 M
die Ausgaben beliefen sich auf	1 317,30 „
der bereits erwähnte Überschuß war mithin	1 213,10 M

Die Bücher und der Kassenbestand wurden bei der Revision richtig befunden. Ich beantrage, unserem Schatzmeister den Dank des Vereins für seine Mühe auszusprechen und ihm sowie den Kassenprüfern Entlastung zu erteilen.

Die Entlastung wird einstimmig genehmigt.

Wahlen. Der Vorsitzende verliest folgende Entschließung des Vorstandes:

„Obwohl nach den Satzungen der Vorsitzende alle 3 Jahre wechseln soll, so hält es der Vorstand doch für nützlich, den Wechsel bis zum Friedensschluß zu verschieben und auch an der Zusammensetzung des Vorstandes, des Ausschusses und der Kommissionen augenblicklich nichts zu ändern."

Herr Haber begrüßt als Vorstandsmitglied, Herr Halbertsma aus dem Kreise der Mitglieder diese Entschließung auf das wärmste. Herr Warburg bemerkt, daß er schon öfter einen Wechsel, besonders im ersten Vorsitzenden, für zweckmäßig erklärt und empfohlen habe, den Vorsitzenden in einer bestimmten Reihenfolge aus den verschiedenen Berufskreisen zu wählen. Er habe sich jedoch in der heutigen Vorstandssitzung auf Wunsch des Vorstandes bereit erklärt, den Vorsitz weiter zu führen, obgleich eine länger als drei Jahre dauernde Amtsführung in normalen Zeiten satzungswidrig sein würde. Auf seine Anregung habe der Vorstand sodann die vorher von ihm verlesene Entschließung angenommen.

Man beschließt, Neuwahlen nicht vorzunehmen.

Ort für die nächste Jahresversammlung. Es werden Frankfurt a. M., Eisenach und Leipzig empfohlen. Der Vorsitzende wird diese Vorschläge dem Vorstande, dem die endgültige Entscheidung zusteht, vorlegen.

Der Vorsitzende berichtet schließlich noch, es sei von Herrn Halbertsma angeregt worden, daß wir uns mit der Frage der Kohlenbeschränkung mit Bezug auf die Beleuchtung beschäftigen möchten; Herr Halbertsma wolle jetzt aber nicht näher darauf eingehen. Der Vorstand halte es für zweckmäßig, daß in der nächsten ordentlichen Mitgliederversammlung durch Referate von Praktikern eine Aussprache hierüber herbeigeführt würde. Es sei indessen nicht beabsichtigt, mit Vorschlägen an die leitenden Reichsstellen heranzutreten, vielmehr nur die Verhandlungen durch das Sitzungsprotokoll zu veröffentlichen.

Herr Haber hält eine solche Besprechung für wünschenswert.

Herr Wedding empfiehlt außer Elektrotechnikern und Gastechnikern auch noch Herren aus der Petroleumbeleuchtung für die Berichterstattung zu gewinnen.

Die Versammlung stimmt den Anregungen des Vorstandes und des Herrn Wedding zu.

2) Vortrag des Herrn Lux[1]): „Bericht über Entstehung, Organisation und Programm der Kommission IV (für praktische Beleuchtungsfragen)."

Auf der dritten Jahrestagung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft in Nürnberg hat Herr Monasch in seiner systematisch-kritischen Betrachtung über die Beleuchtungstechnik die Anregung gebracht, daß die Gesellschaft neben ihrer rein wissenschaftlichen Betätigung auch die Fragen der prak-

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 282, 321.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 506, 516.

[1]) Gekürzte Fassung; der vollständige Wortlaut ist in „Ztschr. f. Beleuchtungsw.", Bd. 23, S. 123 abgedruckt.

Digitized by Google

tischen Beleuchtung in den Kreis ihrer Aufgaben ziehen und zugleich auch diejenigen Kreise für sich gewinnen sollte, die beruflich mit Fragen der Leuchttechnik befaßt werden und über rein beleuchtungstechnische Aufgaben die letzte Entscheidung zu fällen haben, ohne eigentlich fachkundig zu sein. Diese Anregungen sind von dem Vorstande unserer Gesellschaft aufgegriffen, und es ist zugleich der Versuch gemacht worden, mit dem größten Architektenverein in Deutschland, dem Architekten-Verein zu Berlin, in engere Fühlung zu treten, um ihn zu einem planmäßigen Zusammenarbeiten mit der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft zu veranlassen.

Der Architekten-Verein zu Berlin hat diesen Anregungen Folge geleistet und hat die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft eingeladen, in einer seiner Sitzungen mit ihm gemeinsam zu tagen, um gewissermaßen ein Programm für die zu lösenden Aufgaben aufzustellen.

Diese Sitzung fand am 27. XI. 1916 im Architektenhause zu Berlin statt[1]), in der Herr Jautschuß vom Architekten-Verein, sowie die Herren Liebenthal und Lux von der Beleuchtungstechnischen Gesellschaft zunächst die zu lösenden Aufgaben präzisierten, und in der beschlossen wurde, eine gemeinsame Kommission aus den Mitgliedern beider Vereinigungen einzusetzen, die vor allem praktische Arbeit leisten sollte. Der Vorstand hat hierauf die Angelegenheit dem Ausschusse übergeben, der darüber in der Sitzung vom 13. Januar beraten hat. Zu dieser Sitzung lag ein von Herrn Lux eingereichter Entwurf vor von „Leitsätzen über die Ansprüche, die an zweckmäßige Beleuchtungsanlagen zu stellen seien."

Der Ausschuß beschloß, sich nicht bloß auf die vorliegende Aufgabe — des Zusammenarbeitens mit dem Architekten-Verein — zu beschränken, sondern eine besondere Kommission IV für praktische Beleuchtungsfragen einzusetzen, in die die folgenden zwölf Herren gewählt wurden:

Bechstein, Bloch, Drehschmidt, Eitner, Halbertsma, Lempelius, Lux, Meng, Monasch, Norden, Schumann, Wedding.

Die erwähnten Leitsätze wurden der neuen Kommission IV als Grundlage für weitere Beratungen überwiesen. Ebenso wurde die Kommission damit beauftragt, vier ihrer Mitglieder zu bestimmen, die sich mit den von dem Architekten-Verein bereits gewählten Mitgliedern in Verbindung setzen sollten.

Am 3. II. 1917 fand die konstituierende Sitzung der Kommission IV statt. Der Vorsitz in der Kommission wurde Herrn Lux übertragen. In das Komitee für die Verhandlungen mit dem Architekten-Verein wurden die Herren Bloch, Drehschmidt, Lux und Wedding entsandt.

In den Verhandlungen der Kommission wurde beschlossen, die vorgelegten Leitsätze zu erweitern und mit Tatsachenmaterial zu begründen. Hierzu sollten zunächst aus der Fachliteratur die erforderlichen Beleuchtungsstärken für die verschiedenen Verwendungszwecke zusammengestellt, ferner sollten praktische Zahlenwerte für die Beleuchtung verschiedenartiger Räume gesammelt werden.

In der weiteren Aussprache über die Leitsätze wurde angeregt, die Verteilung und Anordnung der Lichtquellen zu berücksichtigen und auch ihre Farbe in Betracht zu ziehen.

Die Sammlung des Materials wurde Herrn Lux und Herrn Wedding übertragen. Die von Herrn Lux neu zu bearbeitenden Leitsätze sollten dann den Mitgliedern der Kommission IV zur Begutachtung und Rückäußerung zugesandt, und in einer weiteren Sitzung der Kommission sollte endgültig über die Leitsätze Beschluß gefaßt werden.

Da sich seit der konstituierenden Sitzung der Kommission IV die Verkehrsverhältnisse in Deutschland ganz wesentlich verschlechtert haben, so war es leider nicht möglich, eine neue Sitzung zur persönlichen Aussprache über die Leitsätze einzuberufen, und Abänderungsvorschläge mußten auf dem Wege des Rundschreibens eingeholt werden. Die letzte Fassung dieser Leitsätze, wie sie in der Sitzung der Kommission IV vom 15. IX. 1917 angenommen worden ist, wurde der Versammlung vorgelegt.

Bei der Aufstellung der Leitsätze ging Herr Lux von dem Gedanken aus, die Ansprüche, die an eine zweckmäßige Beleuchtung von Innenräumen zu stellen sind, so allgemein wie möglich zu fassen, dabei doch zugleich auch die Begründung für die Formulierung wenigstens anzudeuten und in Nebensätzen die wünschenswerten Erweiterungen der allgemeinen Ansprüche zum Ausdruck zu bringen.

Zunächst sollen die aufgestellten Leitsätze natürlich nur für die Beleuchtungstechniker selbst maßgebend sein; der nächste Schritt wäre dann, sie auch bei den Architekten, die einen so großen Einfluß auf die praktische Ausgestaltung von Beleuchtungsanlagen haben, zur Anerkennung zu bringen, und schließlich die öffentlich-rechtliche Anerkennung dieser oder ähnlicher Leitsätze auf dem Wege der Verordnung oder der Gesetzgebung durchzuführen. Diese öffentlich-rechtliche Anerkennung wird wenig Schwierigkeiten machen, wenn der Nachweis geliefert werden kann, daß sich für die Ansprüche an eine zweckmäßige Beleuchtung bereits ein Gewohnheitsrecht gebildet hat. Dieses Gewohnheitsrecht zu schaffen und zur Anerkennung zu bringen, wird eine der Hauptaufgaben der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft auf dem Gebiete des praktischen Beleuchtungswesens sein. Ist der Einfluß der Gesellschaft so groß geworden, wie es der wissenschaftlichen und technischen Bedeutung ihrer Mitglieder entspricht, so kann sie ihre ganze Autorität in die Wagschale legen, um gewisse Minimalansprüche an die Innenbeleuchtung zur Geltung zu bringen. Die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft ist aber nicht nur dazu berufen, diese Minimalansprüche aufzustellen, sondern sie hat geradezu die Pflicht, hier initiativ vorzugehen.

* * *

Die Planung und Ausführung von Beleuchtungsanlagen unterliegt heute noch fast durchweg dem Zufall und der Willkür.

Handelt es sich um Beleuchtung mit natürlichem Licht, so hängt die Ausführung und das mehr oder minder glückliche Gelingen ganz von dem entwerfenden Architekten ab, der in der Mehrzahl der Fälle gar kein festes Ziel vor Augen hat, soweit es sich um die Bemessung des zuzuführenden Tageslichtes handelt. Bei der Beleuchtung mit künstlichen Lichtquellen hinwiederum ist es der Installateur, der die alleinige Verantwortung trägt, der beim Mißlingen allerdings meist dem Architekten die Schuld in die Schuhe schiebt, beim Gelingen dagegen alle Ehren für sich allein in Anspruch nimmt. Weder in dem einen noch in dem anderen Falle aber wird beim Entwurf und bei der Ausführung der Beleuchtungstechniker gefragt oder angehört. Hat man doch in den weitesten Kreisen — wie bereits bei der vorjährigen Tagung durchaus zutreffend hervorgehoben worden war — vorläufig noch gar keine rechte Vorstellung von dem eigentlichen Wesen der Beleuchtungstechnik und vor allem keine Ahnung davon, daß sich in den letzten Jahren die Lichttechnik zu einer ganz selbständigen und sicher fundierten, wissenschaftlich-technischen Disziplin herausgebildet hat.

Die heute noch herrschenden Mißstände auf dem Gebiete des praktischen Beleuchtungswesens sind recht beklagenswert; sie sind darüber hinaus aber auch bedenklich, denn mit ihnen sind direkte und indirekte gesundheitliche Schädigungen, eine enorme Verschwendung von Energie bei minimalem Nutzeffekt und Vergeudung dessen, was man mit einem Gemeinplatz „Nationalvermögen" nennt, verbunden.

Zu den direkten gesundheitlichen Schädigungen sind in erster Linie die durch zu intensive Beleuchtung hervorgerufenen Erkrankungen des Auges zu rechnen, wie sie eintreten können, wenn das Auge den direkten Strahlen der Sonne, des elektrischen Lichtbogens, schmelzender Metalle oder schmelzenden Glases usf. ausgesetzt wird. Diese Schädigungen, allerdings nicht in dem gleichen Maße, treten auch schon ein, wenn unser Auge längere Zeit der Wirkung der modernen Lichtquellen mit ihrer relativ sehr hohen Flächenhelle ausgesetzt wird[1]). Hier stellen sich alle Zwischenstufen ein von der vorübergehenden Blendung mit darauffolgender Herabminderung der Sehfähigkeit während einiger Sekunden, bis zu der dauernden Schwächung der Sehfähigkeit, verbunden mit chronischen Kopfschmerzen bei Arbeitern, deren Augen unausgesetzt durch unzweckmäßige Beleuchtungseinrichtungen und falsche Anordnung der Lichtquellen malträtiert werden.

Entgegengesetzter Art, aber nicht minder bedenklich sind die Schädigungen durch zu geringe Beleuchtung bei feineren Arbeiten. Es ist allgemein bekannt, daß Lesen, Schreiben, Sticken, Gravieren, Uhrmacherarbeiten usw. bei ungenügender Beleuchtung die Ausbildung der Kurzsichtigkeit befördern. In den letzten beiden Jahrzehnten hat die Myopie allerdings in recht erfreulicher Weise abgenommen, was wohl in gleicher Weise dem Zunehmen des Sports und der allgemeinen Verbesserung des Beleuchtung zu danken ist.

Zu den indirekten gesundheitlichen Schädigungen infolge unzweckmäßiger Beleuchtung gehören die Unfälle auf Höfen und Straßen, in Fabriken und Werkstätten, über deren Zusammenhang mit der Beleuchtung sowohl in Amerika als auch in England eingehende statistische Untersuchungen angestellt worden sind, worüber Herr Halbertsma im vergangenen Jahre berichtet hat.[1])

Weitere indirekte Schädigungen sind die infolge unzureichender Beleuchtung begünstigte Ansammlung von Schmutz und Krankheitskeimen in unkontrollierten Winkeln der Wohnungen und Arbeitsstätten. Durch nichts kann man hier den latenten Schädigungen besser vorbeugen, als durch eine gute Allgemeinbeleuchtung.

Nicht unerwähnt bleiben darf die Belästigung des Auges durch Lichtquellen, die in der Nähe des Gesichtsfeldes angeordnet sind und ihre Strahlen unter einem schrägen Winkel in das Auge einfallen lassen. Man braucht gar nicht direkt nach diesen Lichtquellen zu blicken, trotzdem wird man von ihnen gestört, wenn sie sich in der Nähe des betrachteten Gegenstandes befinden. Musterbeispiele für Anlagen, wie sie nicht sein sollen, bieten die Beleuchtungsanlagen auf unseren Stadtbahn- und Untergrundbahnhöfen, wo die Zugrichtungsanzeiger konsequent so angebracht sind, daß sie wegen der unmittelbaren Nachbarschaft von Lichtquellen nicht gesehen werden können; weiterhin die Beleuchtung mit intensiven, unverdeckten Lichtquellen in den Schaufenstern und schließlich auch die Straßenbeleuchtung gerade Berlins mit zu niedrig aufgestellten Preßgaslampen. Wenn man aber kritisch die Beleuchtung im eigenen Heim, in Schulen und Werkstätten, in Restaurants und Festsälen durchmustert, so wird man auch hier die gleichen Fehler finden. Ein nicht geringer Teil der Neurasthenie unserer Zeit mag der Belästigung durch blendende Lichtquellen zuzuschreiben sein, denen das Auge sich nicht zu entziehen vermag.

Die Verschwendung von Energie bei minimalem Nutzeffekt kann wohl bei den meisten und in erster Linie bei den wegen ihrer dekorativen Wirkung berühmten Beleuchtungsanlagen ziffernmäßig nachgewisen werden. Die Verschwendung von Energie ist aber in ihrer Gesamtsumme vielleicht noch größer bei der Benutzung geschwärzter Glühlampen, ungeputzter Zylinder und Glocken, defekter Glühkörper, schlecht einregulierter Brenner, unzweckmäßiger Beleuchtungsapparate überhaupt, dann aber auch bei unrichtig angeordneten oder falsch dimensionierten Beleuchtungseinheiten.

Die Verminderung der Arbeitsleistung hinsichtlich der Quantität und der Qualität ist eine bekannte Begleiterscheinung unzweckmäßiger Beleuchtung; eine zu niedrige Beleuchtung spielt hier die gleiche Rolle wie eine schlecht disponierte, an sich reichliche Beleuchtung, etwa eine Beleuchtung von der falschen Seite, eine Erzeugung von Schlagschatten auf der Arbeit, eine Beleuchtung mit starken Kontrasten zwischen Hell und Dunkel, die das Auge rasch ermüden läßt und die Arbeitsleistung schon in wenigen Stunden merkbar herabsetzt.

Ein großer Teil dieser Mißstände ist auf mangelnde Erkenntnis im großen Publikum zurückzuführen, häufig aber auch auf die Ignorierung der Tatsache, daß auch bei der Ausführung einer Beleuchtungsanlage wissenschaftliche und technische Voraussetzungen zu erfüllen sind, wenn man zu einem Optimum gelangen will. Hier sollen die vorgelegten Leitsätze aufklärend einwirken.

* * *

Zur Ergänzung der unterbreiteten Leitsätze legte die Kommission IV noch einiges weiteres Material zur Begründung der aufgestellten Forderungen vor.

In der Druckschrift über die erforderliche Beleuchtung[2]) ist zunächst das Material zusammengetragen, das sich in der Literatur der letzten Jahre findet. Die aufgeführten Zahlenwerte zeigen leider untereinander eine nur sehr mangelhafte Übereinstimmung, obwohl alle Einzelforderungen an die für die verschiedenen Zwecke erforderliche Beleuchtung in letzter Linie immer an die bekannte Cohnsche Forderung einer Minimalbeleuchtung von 25 Lux für Arbeitsplätze, an denen gelesen oder geschrieben wird, anknüpfen.

Es wird eine der Hauptaufgaben der Kommission IV sein, das Zahlenmaterial kritisch zu sichten, durch eigene Untersuchungen zu ergänzen oder zu stützen, vor allem aber im Zusammenarbeiten mit Augenärzten, Hygienikern und Physiologen feste Grenzen für die Minimalforderungen der jeweiligen Beleuchtung zu ermitteln. Es geht heute nicht mehr an,

[1]) „Ztschr. f. Beleuchtungsw." 1917, Bd. 23, S. 1 ff.; S. 22.

[1]) Vgl. „Ztschr. f. Bel." 1917, Bd. 23, S. 118. Beleuchtungstechnische Daten; Flächenhelle der hauptsächlichsten primären und sekundären Lichtquellen.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 58.

[2]) Vgl. „Ztschr. f. Beleuchtungsw." 1917, Bd. 23, S. 102.

Digitized by Google

daß wir immer wieder auf die Minimalzahl zurückgreifen, die von Hermann Cohn im Jahre 1885 festgelegt worden war, zu einer Zeit, wo selbst Schulen noch mit offenen Gasschnittbrennern oder höchstens Argandbrennern beleuchtet waren, wo der Siemenssche Regenerativbrenner als epochemachende Erfindung gepriesen wurde und die elektrische Beleuchtung noch in ihren ersten Anfängen steckte. Die Minimalforderung von 25 Lux für Beleuchtung durch künstliche Lichtquellen war eben damals nur ein notgedrungener Kompromiß. Cohn hatte 50 Lux als denjenigen Beleuchtungswert ermittelt, unter den nicht heruntergegangen werden sollte, wenn nicht die im Durchschnitt erreichbare Geschwindigkeit beim Lesen erheblich herabsinken sollte. Die Forderung von 50 Lux als Minimalbeleuchtung wäre damals aber nur durchzuführen gewesen, wenn man gleichzeitig auch eine erhebliche Verschlechterung der Luft und Belästigung durch strahlende Wärme, sowie recht beträchtliche Betriebskosten mit in Kauf genommen hätte. Diese Hinderungsgründe sind bei den heute zur Verfügung stehenden Lichtquellen nicht mehr vorhanden, und dann ist auch noch die Erzeugung von 50 Lux heute ganz wesentlich billiger, als es vor 32 Jahren die Erzeugung von 25 Lux gewesen wäre. Dazu kommt dann noch, daß wir in der Zwischenzeit durch die Fülle des uns überall gebotenen Lichtes verwöhnt worden sind, so daß wir die Ansprüche, die wir jetzt instinktmäßig an die Beleuchtung stellen, ganz bedeutend herabschrauben müßten, wenn wir uns mit einer Allgemeinbeleuchtung von 25 Lux begnügen sollten.

Es erscheint deshalb dringend geboten, daß wir die Cohnsche Forderung revidieren und durch neue Untersuchungen die physiologischen Minimalansprüche an die Beleuchtung feststellen. Eine solche Feststellung erscheint doppelt notwendig, bevor an die gesetzliche Festlegung der erforderlichen Minimalbeleuchtung herangetreten werden kann. Die gesetzliche Festlegung der erforderlichen Minimalbeleuchtung erscheint mir aber zwingende Notwendigkeit nicht nur für die Schulen, sondern vor allem für Fabrikräume und Werkstätten. Im Interesse der Unfallverhütung können die Gewerbeaufsichtsbeamten eine „angemessene" Beleuchtung von Fabrikräumen und Werkstätten schon heute auf Grund der Gewerbeordnung vorschreiben und im Verwaltungswege erzwingen. Anderseits liegt eine „angemessene" Beleuchtung auch durchaus im Interesse des Unternehmertumes, wenn es die Produktivität der Arbeit steigern will. Mit einem so dehnbaren Begriffe, wie es die „angemessene" Beleuchtung ist, kann man aber natürlich nichts anfangen; schon die Aufstellung einer solchen Forderung öffnet der Willkür Tür und Tor.

In Streitigkeiten, die sich bei der Lieferung von Wärme entspinnen, hat man eine mittlere Raumtemperatur von 18° als normal angesehen, wenigstens im Bezirke des Kammergerichts. Das ist eine feste Größe, mit der sich etwas anfangen läßt, die aber — und das ist wesentlich — schließlich auch von jedem Dienstmädchen mit einiger Genauigkeit bestimmt werden kann. Bei der Festlegung der erforderlichen Beleuchtung stoßen wir, im Gegensatz hierzu, freilich sofort auf recht beträchtliche Schwierigkeiten. In den Kreisen, die über die angemessene Beleuchtung zu befinden haben, also bei der Baupolizei, den Gewerbeaufsichtsbeamten, den Schulinspektoren usw. ist selbst der physikalische Begriff der Beleuchtung meist ein verschlossenes Geheimnis. Dazu kommt dann noch, daß uns zur Bestimmung der Beleuchtung keine so einfachen und leicht zu handhabenden Apparate zur Verfügung stehen, wie sie etwa im Quecksilberthermometer bei Temperaturmessungen vorhanden sind.

Und dann kommt noch ein sehr wichtiges Moment hinzu, das an dieser Stelle nicht übergangen werden darf. Stellen wir die Forderung auf, daß etwa in einem Fabrikraum die Allgemeinbeleuchtung — unbeschadet der Platzbeleuchtung — einen Minimalwert von, sagen wir, 25 Lux haben soll, so wird man nicht umhin können, diese Forderung sowohl an die künstliche, als auch an die natürliche Beleuchtung zu stellen.

Mit unseren künstlichen Lichtquellen können wir die gestellten Ansprüche mit Leichtigkeit erfüllen. Bei der Beleuchtung mit Tageslicht dagegen ist das keineswegs der Fall, und es ist derzeit kaum möglich, das Vorhandensein einer bestimmten Beleuchtung an einem gegebenen Platze jederzeit zu gewährleisten. Bei den enormen Schwankungen der Tageshelligkeit von Monat zu Monat, von Tageszeit zu Tageszeit, ja, selbst von Moment zu Moment, wenn die meteorologischen Verhältnisse sich ändern, haben die absoluten Bestimmungen der Platzbeleuchtung überhaupt nur einen ziemlich untergeordneten Wert. In den meisten Fällen führen sie nur irre und können zur Quelle großer Unzuträglichkeiten und gerichtlicher Auseinandersetzungen werden. Es genügt deshalb vollständig die Bestimmung der relativen Beleuchtung. L. Weber hat hier den Begriff des „Tageslichtquotienten" eingeführt, nämlich das Verhältnis der vorhandenen Beleuchtung zur „vollkommenen" Beleuchtung, wie sie durch die offene Himmelshalbkugel geliefert wird. Mit Hilfe des Weberschen Relativphotometers ist die Bestimmung des Tageslichtquotienten auch leicht auszuführen. Die Forderung der Platzhelligkeit wird dann auf die Forderung eines bestimmten Prozentsatzes der vollkommenen Beleuchtung reduziert, auf 2% angenommen. Freilich können diese 2% an einem hellen Junitage 100 Lux und mehr, an einem trüben Dezembertage an dem gleichen Platze 5 Lux und darunter bedeuten, so daß man gezwungen ist, bei der Bemessung des natürlichen Lichtes noch eine Reihe von sekundären Bestimmungsgrößen einzuführen. Hierzu gehört das Jahresmittel der Ortshelligkeit und die mittlere Tagesbeleuchtung in den einzelnen Monaten, Größen, wie sie durch die von L. Weber durch Jahre hindurch fortgesetzten Tageslichtbeobachtungen mit großer Genauigkeit wenigstens für das nördliche Deutschland festgelegt sind. Aus der Messung des Tageslichtquotienten und unter Benutzung der Tabellen für die Ortshelligkeit ist man dann in der Lage, die wahrscheinliche mittlere Beleuchtung eines Platzes für jede Jahreszeit und für die verschiedenen meteorologischen Bedingungen anzugeben. Sehr zu Hilfe kommt hierbei noch die Tatsache, daß der Tageslichtwert zur Zeit des Sonnenaufgangs und des Sonnenuntergangs ceteris paribus eine für alle Jahreszeiten nahezu konstante Größe ist. Unter Berücksichtigung dieser Daten ist es dann möglich, festzustellen, daß ein bestimmter Platz im Sommer von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang zu keiner Tageszeit weniger als die geforderte Minimalbeleuchtung im Mittel erhält, im Winter aber nur etwa von 10 Uhr vormittags bis 2 Uhr nachmittags. Hiernach ist es auch möglich, vorauszubestimmen, an wieviel Tagen im Jahre und zu welchen Stunden teilweise oder vollständige Ergänzung der Tagesbeleuchtung durch künstliches Licht erforderlich sein dürfte.

Die anscheinende Schwierigkeit bei der Bemessung des Tageslichts ist also nicht so groß, als daß hieran das ganze Problem scheitern könnte. Die Bemessung und Regulierung ist aber um so notwendiger, als gerade in denjenigen Räumen, für die die Reglementierung der Beleuchtung zulässig und notwendig ist, also in den unter Staats- und Gemeindeaufsicht stehenden öffentlichen Anstalten, einschließlich der Fabriken, die Arbeit im wesentlichen während des Tages ausgeführt wird.

Aber auf zwei andere Schwierigkeiten muß noch hingewiesen werden, die auch durch die Reglementierung nicht zu beseitigen sind.

Die eine Schwierigkeit besteht darin, daß die vorhandene Tageslichtbeleuchtung eines Raumes, infolge der Beschattung durch ein neu errichtetes, benachbartes Gebäude unter das erforderliche Minimum heruntergedrückt werden kann, so daß eine Verwertung für einen bestimmten Zweck unmöglich wird. Die andere Schwierigkeit aber beruht darauf, daß wir z. Zt. noch nicht imstande sind, bei der Planung und Errichtung eines Gebäudes die Verteilung des Tageslichtes sicher vorauszuberechnen, wie das bei der künstlichen Beleuchtung der Fall ist.

Die ersterwähnte Schwierigkeit kann behoben werden, wenn von vornherein bei der Aufstellung eines Stadtbebauungsplans auf die ausreichende Besonnung jedes einzelnen Gebäudes die gebührende Rücksicht genommen wird. Eintretenden Schädigungen der Hauseigner steht die Rücksichtnahme auf die Volksgesundheit gegenüber, die unbedingt höher zu werten ist, als irgend eine finanzielle Einbuße.

Die zweite der erwähnten Schwierigkeiten ist beachtenswert; aber das Problem der Vorausberechnung der Tagesbeleuchtung ist nicht unlösbar. Der von L. Weber aufgestellte Begriff des Tageslichtquotienten bietet bereits eine Handhabe zu ihrer überschläglichen Vorausberechnung. Von L. B. Marks und J. E. Woodwell ist es übrigens in einem Vortrage vor der amerikanischen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft im September 1914 in Cleveland auch schon unternommen worden, mit Hilfe von Rechnung und Modell die Tagesbeleuchtung im Innern von Gebäuden vorauszubestimmen, und weitere Vorarbeiten hierzu finden sich in einer Dissertation von Haenert über die „Konstruktive Berechnung der Lichtgüte von Fenstern in ihrer Abhängigkeit von gegenüberliegenden Häusern" (Kiel 1911). Es wäre sehr zu begrüßen, wenn in der gleichen Richtung weitergearbeitet würde.

* * *

Neben den Fragen der Zweckmäßigkeit einer Beleuchtungsanlage, auf die die Leitsätze in erster Linie einzugehen haben, stehen dann noch die Forderungen an die Wirtschaftlichkeit und an die Schönheit einer Anlage.

Die Wirtschaftlichkeit versteht sich heute immer von selbst, unsere gesamte Technik steht ja unter dem Einfluß von Ostwalds energetischem Imperativ, und nur der Vollständigkeit wegen ist dieser Punkt mit aufgenommen worden.

Ganz so klar und einfach liegt die Sache zwar nicht bei den ästhetischen Ansprüchen, die an eine Beleuchtungsanlage zu stellen sind. Aber die Fragen der Zweckmäßigkeit und Schönheit ergänzen sich gegenseitig. Ein Gerät, eine Maschine wirken schön, wenn man ihnen sofort die Zweckmäßigkeit ansieht; dagegen wirkt jeder Apparat grotesk, der durch äußerlichen Zierat aufgeputzt ist. Die Zeit ist längst vorüber, in der man eine Maschine — es sei an die alte Wasserhaltungsmaschine in Potsdam erinnert — durch unorganisches Beiwerk der Architektur des Gebäudes einzupassen suchte. Die Maschine hat sich ihren Stil selbst geschaffen, und sie läßt sich hier keinerlei Gewalt antun. Ist sie harmonisch in ihren Formen, zeigt ihre Gliederung, daß die einzelnen Teile zu organischem Zusammenwirken geschaffen sind, so wird sie allein schon durch ihren Aufbau ästhetische Befriedigung hervorrufen. Das gleiche gilt von den Beleuchtungsanlagen und Beleuchtungsgeräten, wobei ich natürlich weder der Nüchternheit noch der absoluten Schmucklosigkeit das Wort rede. Gerade an diesem Punkte erscheint mir das Zusammenarbeiten des Beleuchtungstechnikers mit einem feinsinnigen Architekten die besten Erfolge zu versprechen.

Im Anschluß an die vorgelegten Leitsätze wird dann noch auf eine Drucksache verwiesen, die den Bericht über die Beleuchtung von Fabriken und Werkstätten enthält, der im Auftrage des britischen Ministeriums des Innern von einer ad hoc gewählten Kommission bearbeitet worden ist.[1]) Die Frage des Fabrikbeleuchtung ist vollständig aufgerollt und von allen Seiten behandelt worden. Der Ausschuß hat eine sehr große Zahl von Fabriken besucht und deren Beleuchtungsverhältnisse photometrisch bestimmt. Der Bericht gipfelt schließlich in positiven Vorschlägen zur gesetzlichen Festlegung der erforderlichen Minimalbeleuchtung, wenigstens der Allgemeinbeleuchtung.

Die gesetzliche Regelung der Beleuchtungsfragen sollte auch für Deutschland ein Ziel unserer Bestrebungen sein. Sie ist nicht nur für die Schulen und Fabriken erwünscht, sondern für alle öffentlichen Gebäude, die der Gewerbeordnung unterstehen. Und der Gesetzgeber braucht nicht einmal vor der privaten Wohnung haltzumachen. Die Regelung der Wohnungsfrage ist eine der wichtigsten sozialpolitischen Aufgaben der nächsten Zukunft, wer aber dürfte bestreiten, daß bei der Lösung der Wohnungsfrage die Zuführung von Luft und Licht im vordersten Vordergrunde steht? In einem weiteren, aber nicht zu weiten Abstande kommt dann die Frage der Beleuchtung von Straßen und Plätzen, die vorläufig nur gestreift wurde, da die Beleuchtung von Innenräumen bereits eine solche Fülle von Einzelproblemen aufstellt, daß zu ihrer Lösung die intensivste Arbeit der Gesellschaft, insbesondere der Kommission IV erforderlich scheint.

Von den Beleuchtungstechnikern allein werden diese Arbeiten nicht geleistet werden können, es wird vielmehr von vornherein die Mitarbeit bewährter Fachkräfte aus anderen Gebieten von Wissenschaft und Technik herangezogen werden müssen, vor allem die Mitarbeit von Architekten, Physiologen, Augenärzten und Fabrikinspektoren.

Der Anfang in dieser Beziehung ist bereits gemacht, obwohl die Arbeiten in der aus Architekten und Beleuchtungstechnikern zusammengesetzten Kommission positive Ergebnisse noch nicht erzielt haben. Bei der Frage der künstlichen Beleuchtung, bei der zweckmäßigen Einordnung der Beleuchtungsanlage in den Gebäudeplan, bei der Ausgestaltung der Beleuchtungskörper in ästhetischer Hinsicht dürfte das Zusammenarbeiten, das in diesem Winter weiter fortgesetzt werden soll, recht bald greifbare Resultate zeitigen.

Ganz vernachlässigt wurde in den letzten Jahren in Deutschland die physiologische oder, wenn man so will, die psychologische Seite des Beleuchtungswesens. Nach den Arbeiten der erfolgreichen Pfadfinder auf diesem Gebiete, eines Helmholtz, eines A. König, ist die Initiative bei uns ganz erlahmt, während

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 58.

Digitized by Google

sie in Amerika sehr lebendig geworden ist. Infolgedessen sind auch in Amerika sehr wertvolle Untersuchungen über Fragen aus den Grenzgebieten des Beleuchtungswesens und der Physiologie, sowie der Psychologie geleistet worden, denen wir bei uns vorerst noch nichts Gleichwertiges an die Seite stellen können.

Es ist deshalb eine der vornehmsten Aufgaben der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, hier wieder die Zügel in die Hand zu nehmen und ein planmäßiges Zusammenarbeiten von Physiologen, Hygienikern und Augenärzten in die Wege zu leiten.

Als dritter, wesentlicher Programmpunkt müßte das Zusammenarbeiten mit Gewerbeaufsichtsbeamten ins Auge gefaßt werden.

Ob es binnen Jahresfrist möglich sein wird, die wichtigsten Punkte des reichen Programms wenigstens in fördernden Angriff zu nehmen, das hängt allerdings weniger von unserem guten Willen ab, als vielmehr davon, daß endlich der lähmende Druck von uns genommen wird, den dieser Krieg auf uns alle ausübt. Die Arbeitszeit und Arbeitslast jedes einzelnen von uns nimmt er heute direkt und indirekt bis zum äußersten in Anspruch, und da er im Mittelpunkt des Lebensinteresses jedes einzelnen steht, so behindert er uns in allen den Arbeiten, die ein anderes Ziel haben, als das: unsere Feinde von uns abzuschütteln. Wir können nur die Hoffnung aussprechen, daß wir recht bald wieder die Bahn frei haben für Arbeiten, die Fortschritt und Entwicklung fördern.

In der Erörterung zu diesem Vortrag wirft Herr Strecker die Frage nach der weiteren Behandlung der Leitsätze auf und veranlaßt dadurch eine Aussprache, in der die Herren Lux, Norden, Strecker und Warburg zu Worte kommen. Auf Vorschlag des Vorsitzenden erklärt sich die Versammlung damit einverstanden, daß die Leitsätze, da sie zum Verständnis des Vortrages von Herrn Lux nicht nötig seien, nicht gleichzeitig mit dem Vortrage veröffentlicht, sondern zunächst erst dem Ausschuß zur Beratung vorgelegt werden.

Herr Wedding berichtet sodann über das Zusammenarbeiten eines Unterausschusses der Kommission IV mit einem Komitee des Architekten-Vereins.

Herr Strecker regt an, daß außer Architekten auch noch andere Kreise, wie z. B. Hygieniker, Gewerbeinspektoren, zur Mitarbeit herangezogen werden.

Herr Gehlhoff wünscht, daß man sich auch mit den Leitern größerer Fabriken in Verbindung setzen möchte.

Herr Warburg weist darauf hin, daß er sich schon vor einiger Zeit an einen namhaften Hygieniker gewandt, und daß dieser einen Vortrag für eine der nächsten Sitzungen in dankenswerter Weise in Aussicht gestellt habe.

3) Vortrag des Herrn Bloch: „Die einheitliche Kennzeichnung der Lichtquellen.“[1])

Der Vortragende begann mit einem geschichtlichen Überblick über die Kennzeichnung der verschiedenen Arten von Lichtquellen. Bis zur Jahrhundertwende bestand auf diesem Gebiete eine nahezu vollständige Einheitlichkeit. Alle Lichtquellen wurden auf Grund ihrer horizontalen Lichtstärke bewertet, mochten sie nun von gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen gespeist oder elektrische Lampen sein. Für die Glühlampen wurde diese Art der Bezeichnung seitens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im Jahre 1897 durch Normalien festgelegt. Nur die elektrischen Bogenlampen nahmen eine Ausnahmestellung ein, die durch die Art ihrer Lichtverteilung bedingt war. Für sie gab man vorzugsweise die mittlere hemisphärische Lichtstärke, manchmal allerdings auch die maximale Lichtstärke an, bis im Jahre 1907 durch die allgemeinen Bogenlampennormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker die mittlere hemisphärische Lichtstärke als maßgebend für die Kennzeichnung der Bogenlampen festgestellt wurde. Die seit der Jahrhundertwende in rascher Folge auftretenden neuen elektrischen Glühlampenarten gaben längere Zeit keine Veranlassung, die bestehenden Gebräuche abzuändern; insbesondere ließen sich die verschiedenen Arten von Metalldrahtlampen (Osmium-, Tantal- und Wolframlampen), ebenso gut wie die Kohlenfadenlampen nach der mittleren horizontalen Lichtstärke beurteilen und bewerten. Infolgedessen wurden im Jahre 1910 die Glühlampennormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker wieder auf Grund dieser Art der Bezeichnung neu aufgestellt.

Auf dem Gebiete der Gastechnik blieb die Kennzeichnung auf Grund der horizontalen Lichtstärke allgemein maßgebend, bis durch die Einführung des hängenden Gasglühlichts für Niederdruck- und Preßgas die mittlere hemisphärische Lichtstärke bei diesen neuen Lampenarten mehr in den Vordergrund trat. Die Lichtmeßkommission des Gasfachmännervereins hat zwar bisher noch keine Normalien für die Kennzeichnung der Gaslampen herausgegeben, jedoch schon in früheren Jahren zum Grundsatz erhoben, daß für hängendes Gasglühlicht die mittlere hemisphärische oder sphärische, und nicht die maximale Lichtstärke angegeben werden soll. Die Ausarbeitung von Normalien für die Bewertung von Gaslampen ist noch im Gange.

Seit dem Jahre 1913 ist durch die Einführung der gasgefüllten Metalldrahtlampen eine neue Umwälzung in der Beleuchtungstechnik angebahnt worden. Sie hat in kurzer Zeit bewirkt, daß die bisherige Zwiespältigkeit in der Kennzeichnung der Lichtquellen nicht mehr länger haltbar ist. Solange die neue Lampenart nur für hohe Lichtstärken hergestellt wurde und hauptsächlich mit den Bogenlampen in Wettbewerb trat, konnten sich die Glühlampenfabriken dadurch helfen, daß sie die Bogenlampennormalien für ihre neuen Fabrikate zur Anwendung brachten. Nun wurden aber die gasgefüllten Metalldrahtlampen von Jahr zu Jahr für niedrigere Lichtstärken hergestellt und waren im Jahre 1916 schon bei 25 Kerzen angelangt. Außerdem wurden seit dem Jahre 1914 die luftleeren Metalldrahtlampen mit spiralförmig gewundenem Leuchtdraht, die sogenannten Spiraldrahtlampen, als Ersatz für die bisher gebräuchlichen Metalldrahtlampen eingeführt. Die neuen Lampenarten gestatteten einen sehr großen Spielraum in der Art der Anordnung des Leuchtdrahts und ermöglichten daher eine weitgehende Beeinflussung der Lichtverteilung. Außerdem traten sie bald mit den Bogenlampen, bald mit den älteren Glühlampenarten in Wettbewerb und können deshalb weder durch die horizontale, noch durch die hemisphärische Lichtstärke befriedigend gekennzeichnet werden.

Eingehende Erwägungen führten zu dem seitens der Glühlampenfabrikanten heute allgemein anerkannten Ergebnis, daß nur die mittlere sphärische Lichtstärke zur richtigen Kennzeichnung der neueren elektrischen Glühlampenarten geeignet ist. Zu dieser von den Beleuchtungstheoretikern schon seit langem angestrebten Wandlung konnten sich die Glühlampenpraktiker jetzt um so leichter entschließen, als auch die Messung der mittleren sphärischen Lichtstärke mit Hilfe der Ulbrichtschen Kugel für die neuen Lampenarten innerhalb weniger Jahre in großem Maßstabe eingeführt wurde und sich allenthalben sehr gut bewährt hat.

Um störende und besonders in der Übergangszeit unvermeidliche Verwechslungen zwischen der älteren Bezeichnung der Lichtstärke und dem neuen Brauche zu vermeiden, sind die Glühlampenfabriken dazu übergegangen, bei den neuen Glühlampenarten nur noch den Wattverbrauch und nicht mehr die Lichtstärke auf die Lampe selbst aufzustempeln und die einzelnen Typen nach ihrem Wattverbrauch zu bezeichnen. Die mittlere sphärische Lichtstärke wird in den Prospekten und Preislisten neben dem Wattverbrauch der Lampen angegeben und nur auf besonderen Wunsch auf die Lampe selbst aufgestempelt. Für die gasgefüllten Metalldrahtlampen und für die Spiraldrahtlampen haben die großen Glühlampenfabriken diese Art der Bezeichnung schon im Jahre 1916 allgemein eingeführt und recht gute Erfahrungen damit gemacht. Für die älteren Metalldrahtlampen, die bisher auf Grund der mittleren horizontalen Lichtstärke bezeichnet werden, ist die neue Bezeichnungsart gleichfalls in Aussicht genommen, sobald wieder normale Verhältnisse in der Fabrikation eingetreten sind.

Diese Neuerung bedingt auch den Übergang von dem bisher üblichen „spezifischen Effektverbrauch“ oder der „Ökonomie“ zu dem Begriff der „Lichtausbeute“. Man wird weiterhin zweckmäßigerweise nicht mehr den spezifischen Effektverbrauch in „Watt pro Kerze“, sondern die Lichtausbeute in „Kerzen für 1 Watt“ angeben und hierdurch manche bisher häufig empfundenen Mißstände vermeiden. Für Gaslampen wäre dementsprechend die Lichtausbeute in „Kerzenstunden für 1 Liter Gas“ anzugeben. Sinngemäß wird dann auch an die Stelle des spezifischen Verbrauchs der Beleuchtung in „Watt pro Lux und qm“ die Beleuchtungsausbeute in „Lumen für 1 Watt“ oder „Lumenstunden für 1 Liter Gas“ zu treten haben.

Unsere Vereine und Verbände, die sich mit Beleuchtungsfragen befassen, werden notwendigerweise in nächster Zeit zu der Frage der Vereinheitlichung in der Kennzeichnung der Lichtquellen Stellung zu nehmen haben. Von der Lichtkommission des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind diese Fragen schon im Jahre 1915 eingehend beraten worden, ohne daß man damals zu einer Einigung hierüber gelangte. Inzwischen haben sich die Ansichten weiter geklärt, und die Glühlampenfabriken haben sich vorläufig durch ihre eigenen Beschlüsse geholfen. Eine Anpassung der Lichtnormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker an die neuen Verhältnisse wird sich weiterhin nicht mehr umgehen lassen. Die Kommission für Meßmethoden der Beleuchtungstechnischen Gesellschaft hat im Winter 1913/14 Leitsätze für die Bewertung von Lichtquellen angenommen, die sich natürlich auf den damals bestehenden Normen und Gebräuchen aufbauen mußten. Nachdem inzwischen die Zeit für die einheitliche Kennzeichnung aller Lichtquellen auf Grund der mittleren sphärischen Lichtstärke reif geworden ist, eröffnet sich der Beleuchtungstechnischen Gesellschaft eine Gelegenheit zu wertvoller Betätigung und Mitarbeit auf diesem Gebiete.

Auch im Auslande, u. zw. besonders in England und in den Vereinigten Staaten von Amerika ist eine Bewegung im gleichen Sinne im Gange, u. zw. neigt man dort neuerdings dazu, alle Lichtquellen nicht mehr nach ihrer Lichtstärke, sondern nach dem von ihnen ausgesandten Gesamtlichtstrom zu bewerten. Dieser verhält sich bekanntlich zur mittleren sphärischen Lichtstärke wie 4π zu 1. Als Grund für diese Änderung gegenüber der bisher üblichen Bezeichnung wird hauptsächlich die größere theoretische Korrektheit des Lichtstrombegriffes, seine leichtere Verständlichkeit und bessere Erklärbarkeit angeführt. Ferner würde eine geringere Möglichkeit zu Verwechslungen bestehen als bei den jetzt üblichen verschiedenen Arten der Lichtstärkenangabe. Außerdem läßt sich aus dem Lichtstrom in einfacher Weise die mittlere Beleuchtung als Quotient des Lichtstromes und der beleuchteten Fläche berechnen. Der Vortragende hält diese Gründe nicht für ausschlaggebend genug, um von dem bisher allgemein eingeführten Lichtstärkenbegriff abzugehen. Insbesondere kann auch die für den praktischen Gebrauch sehr wichtige Lichtverteilungskurve nicht vollwertig durch ein Lichtstromdiagramm ersetzt werden. Neben der Berechnung der mittleren Beleuchtung ist auch die Berechnung der Beleuchtung an einzelnen Stellen nicht minder wichtig, und hierfür werden stets die Lichtstärke und die Lichtverteilungskurve erforderlich bleiben. Der bisher in England und Amerika vorgeschlagene, aber noch nicht endgültig angenommene Ersatz der Lichtstärke durch den Lichtstrom wird sich daher wohl kaum allgemein durchführen lassen und für unsere Verhältnisse sich jedenfalls nicht empfehlen. Die einheitliche Kennzeichnung der Lichtquellen sollte daher nur auf Grund der mittleren sphärischen Lichtstärke erfolgen.

In der Erörterung zu diesem Vortrag geht Herr Brodhun auf die vom Vortragenden erwähnte Absicht der Glühlampenfabriken ein, die Angabe der Lichtstärke auf den Lampen allgemein fortzulassen, und hält dieses Vorgehen vom beleuchtungstechnischen Standpunkte aus für einen Rückschritt. Die Einführung des Lumen anstatt der Lichtstärke erscheint ihm z. Zt. nicht vorteilhaft, da man praktisch mit dem Lumen allein nicht auskommt, sondern die Lichtstärke daneben braucht, während man mit der Lichtstärke allein allenfalls auskommt.

Herr Gehlhoff findet die bisherige Definition der Ökonomie als Verhältnis Watt pro HK zweckentsprechend.

Herr Alberts erwähnt, daß im Gasfach die Lampen nach Kerzen verkauft werden.

Herr A. Meyer weist darauf hin, daß die Einteilung der Lampen nach dem Verbrauche in erster Linie geschehen sei, um die Schwierigkeit zu umgehen, die sich für die Lampenausfuhr aus der Abweichung der Hefnerkerze von der sogenannten internationalen Kerze ergeben würde.

Herr Eitner macht darauf aufmerksam, daß elektrische Glühlampen bei gleichem Energieverbrauch sehr verschiedene Lichtstärken geben können, z. B. Kohlefadenlampen, Metallfadenlampen ohne Füllung und gasgefüllte Metallfadenlampen. Ebenso strahlten Preßgaslampen und Niederdrucklampen für den gleichen Gasverbrauch verschiedene Lichtstärken aus. Es sei daher die Kennzeichnung der Gaslampen nach dem Gasverbrauch untunlich.

Herr Bujes tritt für die Kennzeichnung der Lichtquellen nach Lumen ein. Aus dem Lichtstrom lasse sich in einfacher Weise die (mittlere) Beleuchtung einer Fläche als das Verhältnis aus Lichtstrom und Größe der Fläche berechnen. Dem Laien (Architekten)

[1]) Gekürzte Fassung. Der Vortrag gelangte im „Journ. f. Gasbeleucht.“ 1917, Nr. 41, S. 519, vollständig zum Abdruck.

Digitized by Google

würde so ein Mittel an die Hand gegeben, überschläglich die Beleuchtung von Räumen im voraus zu berechnen. Es wäre wünschenswert, wenn unsere Gesellschaft die Bestrebung, die Lichtquellen nach Lumen zu bewerten, fördern würde.

Herr Halbertsma bemerkt, daß er an dem Zustandekommen des Antrages der Elektrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. an den Verband Deutscher Elektrotechniker, die Lampen in Zukunft nach Lumen anstatt nach Kerzen zu bewerten, tätigen Anteil genommen habe. An Hand einer Reihe von Beispielen legt er seinen Standpunkt dar, daß der Lichtstrom die grundlegende photometrische Größe sei.

Herr Warburg betont, daß man die sogenannte internationale Kerze, ohne uns zu fragen, eingeführt habe, daß wir also an dem Unterschiede zwischen dieser Einheit und der Hefnerkerze unschuldig seien.

(Schluß folgt.)

Bemerkungen zu den Richtlinien für Hochspannungsapparate.

(Nachtrag.)

Auf meine Bemerkungen zu den Richtlinien für Hochspannungsapparate in der „ETZ" 1916, S. 700, möchte ich noch einmal kurz zurückkommen. Die erwähnten Bemerkungen sollten bekanntlich zeigen, daß das in den Richtlinien angegebene Verhältnis des Dauerkurzschlußstromes zum Nennstrom bei großen Zentralen einer Änderung bedarf, wenn man diejenigen Abzweige, die geringen Querschnitt besitzen, erfolgreich zu schützen beabsichtigt. Als Beispiel wurde ein Turbogenerator von 20 000 kVA bei 6000 V Spannung gewählt, von dessen Klemmen ein Kabel von 3×16 mm² zu dem Kondensationsmotor der Turbine führt. Dabei war vorausgesetzt, daß der Ölschalter, der das Kabel und den Motor schützen sollte, eine direkte Auslösung besitzt, die bei auftretendem Kurzschluß die Unterbrechung des Stromkreises in 0,2 s bewirkt. Für den eben erwähnten Kondensationsmotor bei einer Leistung von rd 150 kW käme eine Betriebsstromstärke von 20 A in Frage. Schützt man diesen Motor durch sofort wirkende Relais, die durch Stromwandler mit einem Übersetzungsverhältnis von 25/5 A gespeist werden, so würde das Verhältnis zwischen dem Nennstrom und dem stationären Kurzschlußstrom $\frac{25}{6000} = \frac{1}{240}$ betragen.

Die Bedingungen der Richtlinien, die für Auslösung ohne Verzögerung das Verhältnis des Betriebsstromes zum stationären Kurzschlußstrom zu 1 : 250 angeben, werden also für den obigen Fall nicht überschritten. Nimmt man an, der Stromwandler ist mechanisch und thermisch einem hinter ihm auftretenden Kurzschluß gewachsen, wie verhalten sich dann wohl die Relais und Meßinstrumente, die in den Sekundärleitungen des Stromwandlers liegen, sofern ein Kurzschluß im Kabel oder im Kondensationsmotor auftritt. Der stationäre Kurzschlußstrom der Maschine ist bekanntlich $3 \times 2000 = 6000$ A. Dieser Strom müßte zum größten Teil durch den Stromwandler zur Fehlerquelle fließen. Rechnet man jetzt beispielsweise damit, daß nur die Hälfte dieses Stromes der Kurzschlußstelle zuströmt, dann beträgt der stationäre Kurzschlußstrom in den Sekundärleitungen

$$\frac{3000}{25} \cdot 5 = 600 \text{ A.}$$

Da der momentane Kurzschlußstrom in dem ersten Fünftel einer Sekunde 4-mal größer ist als der stationäre Kurzschlußstrom, so müssen sich die Spulen der Relais und Meßinstrumente bei einem Drahtquerschnitt von 1 mm² wie folgt erwärmen:

$$0{,}005 \left(\frac{4 \cdot 600}{1}\right)^2 0{,}2 = 5760^0.$$

Der Stromwandler wird sich wohl infolge der Sättigung des Eisens gegen die Übersetzung solcher hohen Kurzschlußströme sträuben. Es soll deshalb angenommen werden, daß der Stromwandler nicht weiter übersetzt, als die Richtlinien gewissermaßen vorschreiben, denn das Verhältnis des Dauerkurzschlußstromes zum Nennstrom bei Auslösung ohne Verzögerung soll nicht größer sein als 250 : 1. Die Drähte in den Meßinstrumenten und Relais erwärmen sich unter dieser Voraussetzung zu

$$0{,}005 \left(\frac{5 \cdot 250}{1}\right)^2 0{,}2 = 1562{,}50^0.$$

Auch eine solche Erwärmung ist natürlich unzulässig, da der Schmelzpunkt des Kupfers schon bei 1080° liegt. Übersetzt der Stromwandler nur den 100-fachen Wert des Nennstromes, so daß kein größerer Strom als $5 \times 100 = 500$ A in den Sekundärleitungen fließen kann dann erwärmen sich die Drähte auf 250°. Diese momentane Erwärmung dürfte wohl zulässig sein. Zu beachten ist jedoch, daß die Annahme, der Ölschalter unterbricht den Stromkreis in 0,2 Sekunden, bei Relaisauslösung außerordentlich günstig ist. Diese für die Berechnung angenommene Auslösezeit wird praktisch in den meisten Fällen überschritten.

Nun geben weiter die Richtlinien für Auslösung mit vom Strom unabhängiger Verzögerung das Verhältnis des Dauerkurzschlußstromes zum Nennwert zu $\frac{100}{\sqrt{t}}$ an.

Bei diesem Verhältnis würde der 1 mm² starke Draht der Meßinstrumente in einer Sekunde sich erwärmen auf:

$$0{,}005 \left(\frac{5 \cdot 100}{1}\right)^2 1 = 1230^0.$$

Demnach müßten die Relais und die angeschlossenen Instrumente bei einem Kurzschluß zerstört werden, auch bei der Annahme, daß der Stromwandler nur den 100-fachen Wert des Betriebsstromes übersetzt. Die Zerstörung der Instrumente braucht allerdings nicht allein auf den zu hohen Strom zurückgeführt zu werden, denn infolge des hohen Sekundärstromes muß auch gleichzeitig eine Spannungserhöhung der Spulen gegen Erde auftreten, so daß schon dadurch ein Durchschlag der Isolation erfolgen kann.

Zur Beseitigung dieses Fehlers bleibt nichts anderes übrig, als das Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers zu ändern, oder den Querschnitt der Drähte in den Relais oder Meßinstrumenten zu verstärken. Am richtigsten ist es allerdings, wenn man das Übel an der Wurzel faßt und den Kurzschlußstrom durch den Einbau einer Reaktanzspule in der Hochvoltseite auf das richtige Maß beschränkt.

Diese Betrachtungen zeigen gleichzeitig, welche Bedeutung den Meßleitungen und kleinen Schräubchen in der Schaltanlage, sei es in den Relais oder in den Maßinstrumenten, zukommt. Manche unaufgeklärte Betriebsunterbrechungen werden sicher durch vorstehende Bemerkungen ihre Lösung finden.

Heinrich Probst.

Den vorstehenden Ausführungen des Herrn Probst möchte ich noch folgendes hinzufügen:

Es ist eine in großen Elektrizitätswerken häufiger beobachtete Tatsache, daß bei Kurzschlüssen in Abzweigen relativ geringer Stromstärke die im Sekundärstromkreis der Stromwandler liegenden Apparate, Amperemeter, Zähler, Wattmeter, Relais, verbrennen. Die Stromwandlerwicklung hat meistens genügende Wärmekapazität besonders bei Ölstromwandlern, während die in Luft befindlichen Wicklungen der kleinen, gedrängt gebauten Apparate zu Grunde gehen. Herr Oberingenieur Kabel, der diese Erfahrung im Kraftwerk Laufenburg machte, schlug vor, in den Sekundärkreis der Stromwandler ein momentan wirkendes Relais einzubauen, das bei großen Überlastungen einen Schutzwiderstand in diesen Stromkreis einfügt, so daß das Auslöserelais wohl arbeiten kann, jedoch unter thermischer Entlastung seiner Wicklung. Der Unterzeichnete hat den diesem Vorschlag zugrunde liegenden Gedanken in etwas anderer Form zu benutzen versucht. Wenn man nämlich in den Sekundärstromkreis eine Induktivität von der Größenordnung einbaut, daß bei normaler Belastung die Genauigkeit der im gleichen Stromkreis liegenden Instrumente nicht nennenswert beeinträchtigt wird, dagegen bei höheren Überlastungen das Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers erheblich erhöht wird, so läßt sich die Stromwärme der Sekundärapparate auf ein erträgliches Maß herabsetzen. Diese Anordnung hat den Vorzug, daß man auf ein besonderes Relais und auf die leicht zu Störungen führenden Kontakte verzichten kann, die einen recht bedeutenden Strom tragen müssen.

Die Wirksamkeit der neuen Anordnung wurde durch folgenden Versuch bewiesen: Es wurden zwei Stromwandler 5/5 A in Reihe geschaltet. An den einen wurde nur ein Auslöserelais angeschlossen ohne Benutzung des Auslösestromkreises, an den zweiten ein Relais mit gleicher Wicklung und eine Induktivität, die bei 5 A und 50 Per 15 V verzehrte und einen Ohmschen Widerstand von 0,3 Ω besaß. Eine solche Induktivität läßt sich bequem im Stromwandler selbst unterbringen. Die Wicklung einer Drehstromdynamo von 470 0kVA wurde über die Primärwicklungen der beiden Stromwandler bei 1500 V kurzgeschlossen. Der primäre Strom stieg auf 160 A, so daß die Stromwandler primär den 32-fachen Strom führten. Nach 4 s fing das ungeschützte Relais an zu brennen, während das durch die Induktivität geschützte keinen Schaden genommen hatte. Der Sekundärstrom dieses Relais war anstatt auf 160 A nur auf 94 A angestiegen; die Nachrechnung der inneren Wicklungstemperatur ergab etwa 200°, eine Temperatur, die momentan gut ausgehalten wird.

Bei dem Beispiel des Herrn Probst handelt es sich um eine Ausschaltzeit von 1 s. Bei 100-fachem Primärstrom (500 A) würde, wie experimentell festgestellt wurde, der Sekundärstrom im induktiv geschützten Stromwandler nur auf 200 A ansteigen. Unter Berücksichtigung der Widerstandserhöhung der Wicklung ergibt sich dann eine Temperaturerhöhung von etwa 260° im Relais. Erhöht man die Induktivität, so daß der Sekundärstrom bei 500 A primär nur 150 A ist, so wird die Relaiswicklung nur eine momentane Temperaturerhöhung von etwa 110° aufweisen. Das Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers wird durch diese Induktivität bei mehrfacher Normalbelastung noch nicht beeinflußt.

Dr. Georg Stern.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Unterschiede zwischen Hoch- und Niedrigantennen.

[„Bulletin" der Universität Wisconsin Nr. 810, Engineering Series, Bd. 8, Nr. 4, S. 179.]

Zu den auf S. 188 der „ETZ" 1918 gebrachten Mitteilungen über die Arbeit Bennetts seien noch die folgenden hinzugefügt.

Um die Strahlungswirkung der Hoch- und Niedrigantenne zu vergleichen, führt Edw. Bennett eine g z allgemeine Berechnung für den Strahlu svorgang an einer Antenne durch. Seine nnung zeichnet sich vor allem dadurch aus, ß er bemüht ist, mit den Rechenoperationen gleichzeitig immer physikalische Vorstellungen zu verbinden. Auf diese Weise kann er dann leicht auf Grund der physikalischen Anschauungen Vereinfachungen und Vernachlässigungen vornehmen. Er geht von folgendem einfachen Strahlungsgebilde aus:

Die Antenne ist eine Fläche in der Höhe h_0 über der Erde SS (Abb. 1) mit der Ladung $+Q$.

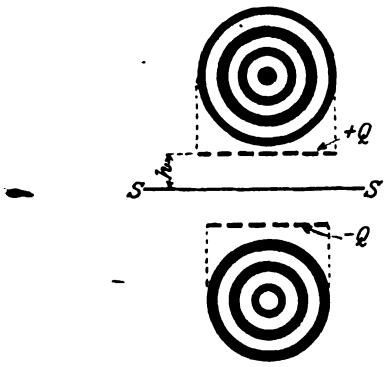


Abb. 1.

Die Erde SS kann ersetzt werden durch eine Fläche mit der Ladung $-Q$ in der Entfernung $-h_0$. Jede der mit $+$ und $-Q$ geladenen Flächen wird in Flächenringe zerlegt (in der Abbildung schwarz gezeichnet). Es wird angenommen, daß sich diese Ringladungen nach $h = +h_0$ bzw. $-h_0 \cos \omega t$ ($\omega = 2\pi n$, n = Schwingungszahl) bewegen und sich bei der Bewegung in der Ebene SS gegenseitig so durchdringen, als ob jede Ladung für sich allein vorhanden wäre.

Für dieses System gelten die bekannten Maxwellschen Feldgleichungen. Man erhält aus ihnen für die elektrische und magnetische Feldstärke die Beziehungen:

$$E = -\text{Grad}\,\Phi - \frac{1}{s^2}\frac{d}{dt}A$$

$$H = \text{curl}\,A,$$

wo $$\Phi = \frac{1}{4\pi}\int \frac{[\varrho]}{r}\,dv$$

$$A = \frac{1}{4\pi}\int \frac{[\varrho V]}{r}\,dv,$$

worin $\varrho\,dv = dQ$ die Ladung eines Elementes dv der Sendeantenne bedeutet (ϱ = Dichte der Elektrizität) r = Entfernung des Punktes

Digitized by Google

P, in dem E und H bestimmt werden sollen, von der Sendeantenne, V = Geschwindigkeit, mit der sich die Ladungen nach der Erde bewegen $= \frac{dh}{dt}$. Der Index $t - \frac{r}{s}$ drückt aus, daß die Strahlung im Punkte P in der Entfernung r von der Antenne mit der Verzögerung $\frac{r}{s}$ (s = Lichtgeschwindigkeit) eintrifft.

Die obigen Gleichungen auf die vereinfachte Antenne angewendet geben für $d\Phi$ den Wert

$$= \frac{dQ\,h_0 h_1}{2\pi r^3} \cos\omega\left(t - \frac{r}{s}\right)$$

(h_1 = Höhe von P über der Erde). Man kann nun für die ganze Bahn des Elementes dQ in dem Verzögerungsausdruck den Wert $\frac{r}{s}$ konstant einsetzen; denn eine einfache Rechnungskontrolle und die Anschauung ergibt, daß der Fehler, der so entsteht, kleiner als $0{,}02^0$ ist. Hierdurch vereinfacht sich die Rechnung wesentlich. Für A erhält man

$$A = -\frac{Q_0 h_0 \omega}{2\pi r} \sin\omega\left(t - \frac{r}{s}\right)$$

und hieraus für größere Entfernungen

$$E = \frac{Q h_0 \omega^2}{2\pi s^2 r} \cos\omega\left(t - \frac{r}{s}\right)$$

$$H = \frac{Q_0 h_0 \omega^2}{2\pi r s} \cos\omega\left(t - \frac{r}{s}\right)$$

und der Poyntingsche Energiefluß

$$P = E \cdot H = \frac{480\,\pi^3 Q^2 h_0^2 n^4}{s^2 r^2} \cos\omega\left(t - \frac{r}{s}\right)$$

in Watt/cm³.

Der letzte Wert integriert über eine um die Antenne als Mittelpunkt beschriebene Kugel gibt die Gesamtausstrahlung

$$P = \frac{320\,\pi^4 Q^2 h_0^2 n^4}{s^3} \text{ Watt.}$$

Da sich die Ladungen $+$ und $-$ Q zusammen $4n$ in einer Sekunde durch die Ebene SS hindurchbewegen, so sind die sich bewegenden Ladungen gleichwertig einem Wechselstrom, dessen Mittelwert $= 4nQ$, dessen Effektivwert J also $= \sqrt{2}\,\pi n Q$. Daraus ergibt sich der Strahlungswiderstand

$$W = \frac{P}{J^2} = \frac{160\,\pi^2 n^2 h_0^2}{s^2},$$

ein Wert, der identisch ist mit dem von anderen Verfassern berechneten. Während die Abhandlung bis hier in ihrer Kürze und Anschaulichkeit gerade für den Techniker etwas Bestechendes hat, sind leider die weiteren praktischen Anwendungen und Schlüsse, die der Verfasser für den Vergleich zwischen Hoch und Niedrigantenne aus seinen Rechnungen zieht, nicht einwandfrei. Er geht davon aus, daß E und H proportional $Q \cdot h_0$ sind und, für Hoch- und Niedrigantenne die Grenz-Belastungsspannung der Antenne, konstant vorausgesetzt, demnach proportional $C \cdot h_0$ (C = Kapazität der Antenne). $C \cdot h_0$ ist für ihn die charakteristische Größe der Antenne. Für eine einfache kreisrunde Fläche von einem Radius $R \gg h_0$ ist diese Charakteristik $C h_0 = \pi R^2$, also für eine großflächige Niedrigantenne unabhängig von h_0. Ist $R < h$, so ist $Ch_0 \cong 8\,R \cdot h_0$, also proportional h.

Bennett vergleicht nun den Wert $C \cdot h_0$ für die Großstation Arlington (h 150 m, $C = 0{,}005\ \mu$F) mit einer 60 m hohen Niedrigantenne (Radius von 165 m; $C = 0{,}012\ \mu$F) und findet, daß für beide Antennen $C \cdot h_0$, seine Antennencharakteristik, identisch ist. Er schließt daraus, daß beide Antennen, auf dieselbe Spannung aufgeladen, in ihrer Fernwirkung identisch sind; indem er seine Antenne von 165 m Halbmesser und 60 m Höhe noch weiter erniedrigt, bleibt $C \cdot h_0$ weiter konstant (es ist nach der Formel für $R \gg h_0$ unabhängig von h_0) und schließlich erklärt er eine 5 m hohe Antenne vom Halbmesser 165 m gleichwertig der 150 m hohen Antenne in Arlington.

Tatsächlich kann man natürlich hier in keiner Weise von einer Gleichwertigkeit der beiden verschieden hohen Antennen sprechen. Wenn die beiden Gebilde nur durch Strahlung ihre Energie verlieren würden und sonst verlustlos wären, würden beide ihre gesamte Energie in den Raum einstrahlen, d. h. an der Empfangsstelle würden beide Antennen selbstverständlich gleichwertig sein. Bei den Großstationsantennen mit den üblichen langen Wellen ist jedoch der Hauptverlust bzw. der Hauptwiderstand nicht der Strahlungswiderstand, sondern der Verlustwiderstand, hervorgerufen durch die Erdverbindung. Er bleibt praktisch konstant, wenn die Antenne erniedrigt wird. Der Wirkungsgrad der Antenne drückt sich hier angenähert aus durch das Verhältnis $\frac{\text{Strahlungswiderstand}}{\text{Verlustwiderstand}}$. Er ist bei der Niedrigantenne, da der Strahlungswiderstand proportional mit h^2 abnimmt, proportional mit h^2 geringer. Nimmt man unter Berücksichtigung dieser praktischen Verhältnisse nach Bennett an, daß beide Antennen auf ihre gleiche Spannung aufgeladen wurden, so muß man der 60 m hohen Ersatz-Arlington-Antenne entsprechend ihrer 2,5-mal so großen Kapazität eine $2{,}5^2$-mal so große Energie zuführen wie der 150 m hohen Antenne. Was bei einer mit 200 kW arbeitenden Großstation für die Rentabilität bedeutet, läßt sich leicht überblicken. Die reinen Mehrkosten an Strom bei 12-stündigem Betrieb bei einem Strompreis 4 Pf/kWh belaufen sich täglich auf 480 M, jährlich auf 176 000 M. Schon allein aus diesem Gesichtspunkt hat doch wohl die Praxis bisher Recht gehabt, hohe Masten zu nehmen und um so höhere, je mehr Betrieb für die Station verlangt wird, ganz abgesehen von den technischen Schwierigkeiten, die man bei der größeren Energie zu bewältigen hat. — Bennett wendet seine Überlegungen in gleicher Weise auf Empfangsantenne an und kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, daß die Niedrigantenne, $C h_0$ konstant vorausgesetzt, nicht nur gleichwertig, sondern besser ist als die Hochantenne, da sie vor allem weniger kostet und außerdem eine größere Zeitkonstante hat (geringere Dämpfung); letzteres bedeutet, daß die Niedrigantenne, wenn eine Schwingung aus wenigen Stößen besteht, weniger aufnimmt, also bei atmosphärischen Störungen besser ist. Anderseits nimmt sie bei ungedämpften Schwingungen ebenso viel auf wie die hohe Antenne. Ähnliche Überlegungen sind vor langer Zeit auch schon in der Technik gemacht worden. Man weiß, daß bei Empfang die Wirkung der Antenne auch ungefähr proportional der Fläche ist, daß man daher die Höhe vorteilhaft zum Teil durch Längendimensionen ersetzen kann und dabei zeitweise die Störungen verringert. Aber es scheint, daß man auch bei Empfang nicht ohne Hochantennen auskommt.

A. M.

Schalter, Sicherungen und ähnliche Vorrichtungen.

Paketschalter.

Der seit längerer Zeit auf den Markt gebrachte und auch von der Voigt & Haeffner A. G., Frankfurt a. M., ausgeführte Drehschalter in Paketform (D. R. P., System Engel) eignet sich infolge der durch seinen eigenartigen Aufbau gewährleisteten Explosionssicherheit besonders zur Installation in feuergefährlichen Räumen; er kann also verwendet werden in

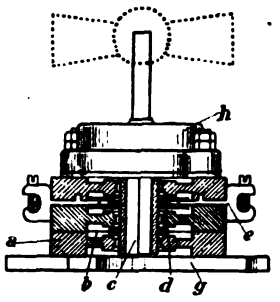


Abb. 2. Paketschalter.

erster Linie für Schlagwettergruben, ferner für Automobilschuppen, Benzinlager, Munitions- und Pulverfabriken usw.

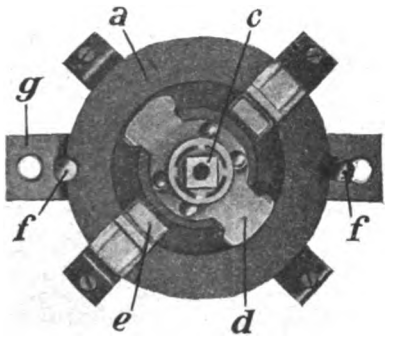


Abb. 3.

Wie aus Abb. 2 und 3 ersichtlich, ist der Paketschalter aus einer Reihe runder Scheiben a aus Isolationsmaterial aufgebaut, die mit ringförmigen Nuten versehen sind. Durch Übereinanderschichten dieser Isolationskörper bilden die Nuten kleine kammerartige Gehäuse b, in denen sich die auf der mit Isolationsmaterial umpreßten Schaltachse c lose aufsitzenden Kontaktbrücken d bewegen können. Die in die Kammern hineinragenden, zugleich als Anschlußklemmen ausgebildeten, feststehenden Kontaktmesser e sind in besondere Aussparungen der Isolationsscheiben eingelassen und werden beim Aufeinanderschichten der Scheiben durch diese festgeklemmt. Der Schaltvorgang spielt sich in der sehr kleinen Kammer b ab, deren Luftinhalt äußerst gering ist. Der beim Ausschalten auftretende Öffnungsfunke könnte wohl eine kleine Menge der in die Kammer eingedrungenen explosiblen Mischung zur Entzündung bringen, die Fortpflanzung der Explosion nach außen wird jedoch durch die Plattenschutzwirkung der übereinandergeschichteten Isolierpakete verhindert. Der Paketschalter wirkt also in ähnlicher Weise wie die in den Bergwerksbetrieben gebräuchliche Sicherheitslampe und bietet mithin einen hinreichenden Schutz gegen die Entzündung explosibler Gase. Die Pakete werden mittels Stehbolzen f durch Rahmenplatten g zusammengehalten, von denen die eine das nach beiden Seiten schaltende, mit kräftigen Rasten versehene Viertaktsprungwerk trägt.

Die Verwendungsmöglichkeit der Paketschalter bezüglich der Art der Schaltung ist sehr vielseitig. Abgesehen von der ein-, zwei- oder dreipoligen Ausführung als Aus- oder Umschalter kann der Paketschalter für jede gewünschte Schaltung gebaut werden. Infolge seiner Ausbildung als Viertaktschalter sind im ganzen 4 verschiedene Schaltstellungen möglich, von denen die eine meist eine Nullstellung sein wird. Die Vielseitigkeit der Schaltungsmöglichkeiten wird vor allem dadurch begünstigt, daß sich innerhalb des Schalters durch T-förmige, durchgehende oder halbe Kontaktbrücken, die auch in achsialer Richtung verbunden sein können, die mannigfaltigsten Schaltungen zwischen den feststehenden Kontaktmessern ermöglichen lassen, wobei außen an den Anschlüssen nach Bedarf weitere Verbindungsschaltungen vorgenommen werden können. In Abb. 4 ist die Ausführung eines Reihen-Parallelschalters (Regulierschalters) für Heizzwecke dargestellt, an dem verschiedene Anordnungen der Kontaktbrücken zu erkennen sind.

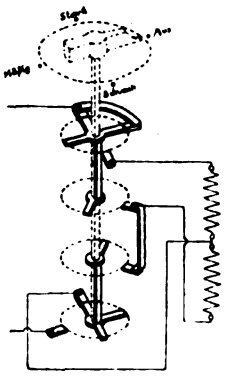


Abb. 4. Schema eines Regulierschalters.

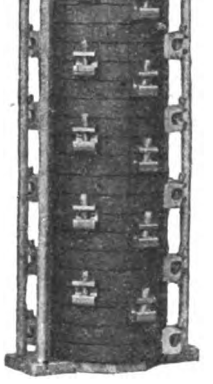


Abb. 6. Zwölfpoliger Umschalter für 25 A.

Da bei diesen Schaltern die Anschlußklemmen am Umfang des Apparates leicht so verteilt werden können, daß sie sich nicht gegenseitig im Wege sind, so wird trotz gedrängter Bauart eine klare und bequeme Leitungsführung erzielt, die besonders beim Einbau der Schalter in Gehäuse sich vorteilhaft geltend macht (Abb. 5 und 6).

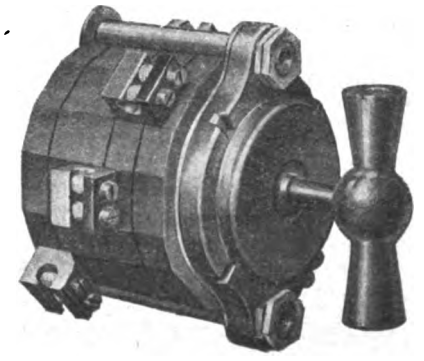


Abb. 5. Zweipoliger Umschalter für 60 A.

Digitized by Google

Besonderer Erwähnung bedarf noch der Umstand, daß die Kontaktbrücken nicht starr mit der Schaltachse verbunden sind, sondern lose auf diese aufgesteckt werden. Infolgedessen ist den Kontaktbrücken eine gewisse Bewegungsfreiheit gegeben, die ihnen gestattet, sich beim Schalten auch kleinen Verschiedenheiten in der Lage der Kontaktmesser anzupassen, so daß in jedem Falle eine gute Kontaktgebung gewährleistet wird. Außerdem bietet die lose Verbindung noch den Vorteil, daß eine Verbiegung der Kontaktteile durch Stöße an den Griff, die sich in rauhen Betrieben nicht vermeiden lassen, unmöglich gemacht wird.

Bei Verwendung in Bergwerken, Hüttenwerken usw. wird der Schalter zweckmäßig in ein wasserdichtes Gehäuse eingebaut, das mit Einführungen für Panzerrohranschluß versehen ist. *W. E.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Vereinigung von Strombezug und eigener Stromerzeugung.

[Mitt. d. Vereinig. d. El.-W., Bd. 15, S. 276.]

Oft tritt an ein Elektrizitätswerk die Frage heran, ob nicht der Anschluß an ein Großkraftwerk und der ganze oder teilweise Strombezug von diesem vorteilhafter ist als die eigene Stromerzeugung. Es bedarf dann in jedem einzelnen Falle einer sorgfältigen Prüfung, welcher Prozentsatz der insgesamt benötigten Energiemenge zu beziehen ist, damit die Gesamtkosten für Strombezug und Stromerzeugung ein Minimum werden. Bei einer Vergleichsrechnung ist zu berücksichtigen, daß ein neueres leistungsfähiges Elektrizitätsunternehmen nur seine reinen Betriebskosten einsetzen darf, da Verzinsung und Abschreibung weiterlaufen, auch wenn der Strom bezogen wird.

Buth untersucht nun den Fall für ein mit Dampf betriebenes Elektrizitätsunternehmen, wobei die Grundleistung gegebenenfalls von einem Großkraftwerk zu beziehen und die Spitzenleistung selbst zu erzeugen ist.

Zunächst werden für die einzelnen Monate die mittleren Tagesbelastungskurven des Ortswerkes festgestellt und aus ihnen unter Annahme verschiedener Dauerbezugsleistungen die sich jeweils ergebenden Grundleistungen in Kilowatt in Prozenten der benötigten Gesamtleistung und die dabei bezogene Arbeit in Kilowattstunden in Prozenten der Gesamtarbeit berechnet. Es wird dann eine Kurve aufgestellt, bei der die ermittelten Prozentsätze der Kilowatt als Ordinaten, diejenigen der Kilowattstunden als Abszissen aufgetragen sind. Für die Praxis bedarf diese theoretische Kurve noch einer Richtigstellung, da es praktisch nicht möglich ist, die Bezugsleistung dauernd gleich hoch zu halten. Ferner sind für die praktisch gültige Kurve gegebenenfalls noch die Bestimmungen des Stromlieferungsvertrages über die Ermittlung der der Bezahlung zugrunde liegenden Jahreshöchstleistung zu berücksichtigen. Aus dieser Kurve ist ersichtlich, wieviel Prozent der insgesamt benötigten Kilowattstunden bezogen werden, wenn man einen bestimmten Prozentsatz der benötigten Kilowatt als bezogen annimmt. Aus den insgesamt benötigten Kilowattstunden und der erforderlichen Gesamthöchstleistung kann man unter Benutzung der Kurve eine weitere Kurve aufstellen, welche die Benutzungsdauer der jeweils zu beziehenden Leistung erkennen läßt.

Die Benutzung der Kurven wird sodann durch ein praktisches Beispiel erläutert, wobei angenommen wird, daß 50, 30 und 70 % der insgesamt benötigten Kilowatt bezogen werden. Es ergeben sich aus den Kurven die entsprechenden Prozentsätze der dabei zu beziehenden Kilowattstunden und die Benutzungsstunden der jeweils bezogenen Kilowatt. Aus den Kosten des Strombezuges, die entsprechend dem Angebot des Großkraftwerkes festzustellen sind, sowie aus den zu ermittelnden Selbstkosten für die übrigbleibende eigene Stromerzeugung ergeben sich die jährlichen Gesamtkosten für die einzelnen Fälle. Es werden hiernach zwei neue Kurven aufgestellt, deren Ordinaten die jährlichen Gesamtkosten für Strombezug und Stromerzeugung, deren Abszissen bei der einen Kurve die bezogenen Kilowatt in Prozenten der Gesamtkilowatt, bei der anderen die bezogenen Kilowattstunden in Prozenten der Gesamt-Kilowattstunden sind. Diese Kurven zeigen, daß es nicht wirtschaftlich ist, nur wenige Prozent der Kilowatt und Kilowattstunden selbst zu erzeugen, weil die Kosten der selbsterzeugten Kilowattstunden dann zu hoch werden. Der ausschließliche Strombezug wird dabei in der Regel billiger. Jede der beiden Kurven weist ein ausgesprochenes Minimum der Gesamtkosten auf. *Zim.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Künftige Aussichten für den elektrischen Bahnbetrieb[1]).

Ehe der europäische Krieg ausbrach, machte der Ersatz des Dampfes durch Elektrizität ständige Fortschritte, sowohl in den Vereinigten Staaten als auch in anderen Ländern. Die großen Vorteile der Elektrisierung von Dampfbahnen wurden allmählich anerkannt. Während der Krieg diese Entwicklung in den Vereinigten Staaten infolge der hohen Materialpreise, des Arbeitsmangels und der geringen Unternehmungslust an der Finanzierung vorübergehend hemmte, haben starke Gründe die Elektrisierung neuerdings in den Vordergrund gerückt.

Der Krieg hat nicht nur die Schwäche und Unzulänglichkeit des Beförderungswesens in den Vereinigten Staaten gezeigt, sondern auch die Schwierigkeiten der Kohlengewinnung und -beförderung bloßgelegt, gar nicht zu sprechen von den unerschwinglichen Preisen dieser Ware. Es mußte Heizmaterial freigegeben werden, nicht allein, um die Industrie in manchen Teilen des Landes in Betrieb zu halten, sondern auch die Bahnen selbst, besonders solche, die fern von Kohlengruben liegen. Dennoch schätzt man in diesem Jahre einen Fehlbetrag von 25 Mill. t bituminöser Kohle und Anthrazit, so daß unwesentlichere Gewerbe schließen werden müssen.

Infolge dieser Tatsachen wird nach dem Kriege ein Aufschwung der Elektrizität anzunehmen sein. Man sagt, daß die seinerzeitige Entwicklung der Dampflokomotive England in die Lage versetzte, die Kosten der Napoleonischen Kriege zu tragen und nach jenen Kriegen industriell rasch wieder aufzuleben. Es ist sehr gut möglich, daß die Elektrizität nach dem jetzigen Kriege eine ähnliche Rolle spielen wird. Bei der großen Mächtigkeit der Kupferlager der Vereinigten Staaten und der großen Zahl noch unausgebauter Wasserkräfte, wird diese Entwicklung der Wasserkraftwerke mit großer Kraft einsetzen. E. K. Hall, früherer Vizepräsident der „New England Telephone Co." in den Vereinigten Staaten, setzt die Höhe der im Lande verlorengehenden Wasserkräfte einer täglichen Kohlenmenge von 1 Mill. t gleich.

Die jährliche Förderung der Vereinigten Staaten von bituminöser Kohle beläuft sich auf etwa 510 Mill. t, und von dieser Menge verbrauchen die Bahnen allein über 25 %. Außerdem verbrauchen sie jährlich 6,85 Mill. t Anthrazit oder annähernd 7,7 % der Gesamtförderung. 1916 verbrauchten die Bahnen weiterhin mehr als 63,6 Mill. hl Brennöl, und in diesen Zeiten ist eine Ersparnis an Öl ebenso wichtig wie an Kohle.

Die Elektrisierung der Dampfbahnen der Vereinigten Staaten bedeutet daher für den Staat eine wichtige Kohlenersparnis. Diejenige der Bahn Chicago—Milwaukee—St. Paul im kontinentalen Abschnitt weist vom Betriebsstandpunkt aus nicht nur bemerkenswerte Ergebnisse auf, sondern auch eine jährliche Ersparnis von 203 000 t Kohle. In dem elektrisierten Rocky Mountain-Bezirk der Bahn Chicago—Milwaukee—St. Paul hat man festgestellt, daß die elektrische Lokomotive etwa 3½-mal so viel Tonnenkilometer zurücklegt als die Dampflokomotive und für eine bestimmte Förderung 30 % weniger Zeit als diese braucht, teils infolge schnellerer Fahrt, teils, weil sie schwerere Züge befördern kann.

Die Norfolk- und Western-Bahn hat über ein Jahr 46,67 km mit starken Steigungen in dem Pocahontas-Bezirk elektrisch betrieben, worin auch die Überschreitung der Alleghany-Berge eingeschlossen ist; diese Elektrisierung hat sich als höchst zufriedenstellend in der Beförderung großer Kohlenmengen erwiesen. Man konnte eine größere Menge bei geringeren Betriebskosten befördern.

Ein umfangreicher Gebrauch elektrischer Kraft bei Eisenbahnen wird Kohlen, Betriebskraft und Fahrzeuge sparen, eine Verringerung der Fahrmannschaft der Bahnen ermöglichen, sowie in jeder Beziehung weniger Arbeit erfordern.

Aber nicht nur bei Bahnen wird die Elektrizität in zunehmendem Maße eine Rolle spielen, sondern auch bei elektrischen Anlagen anderer Art. So wird sie in umfangreichem Maße schon bei einer Anzahl Hüttenwerke in New England verwendet. Elektrische Wasserkraftunternehmungen haben in New England, wo die Kohlenzuführungsverhältnisse schlecht sind, wichtige Kohlenersparnisse erzielt. Große Anlagen dieser Art in New England haben weiter die New England Power Co., die Connecticut River Power Co., Nebenwerke der New England Power Co. und die Turners Falls Power & Electric Co. Diese Anlagen versorgen viele Hüttenwerke mit Strom, außer der Beleuchtung und dem Betrieb von Straßenbahnen. Die New England Co. speist den elektrischen Betrieb der Hoosactunnel-Bahn. Sie allein ersetzt jährlich bei geringerem Arbeitsbedarf durch die in ihren verschiedenen Kraftwerken erzeugte Energie über 406 500 t Kohle. 1/8 der Gesamtstromerzeugung dieser Anlage wird z. Zt. für Kriegsindustrien verwendet.

Meldungen aus Washington sagen, daß Kapitalisten, welche Konzessionen zum Zweck der Entwicklung großer Wasserkräfte forderten, glauben, daß die Zeit jetzt gekommen sei, wo der Kongreß ernstlich Stellung zu dieser Frage nehmen müsse.

[1]) Nach „Boston News Bureau" vom 21. XI. 1917.

Anwendung der Elektrizität und Strahlungen in der Medizin.

Über eine neue Coolidge-Röntgenröhre und eine tragbare Röntgeneinrichtung.

[Engineering, Bd. 105, S. 42.]

Es wird der Inhalt zweier Vorträge von Coolidge's Mitarbeitern in der Sitzung der Röntgen - Society wiedergegeben. Beide Abhandlungen befassen sich mit der Aufgabe, die Coolidgeröhre und ihr Zubehör der Verwendung im Kriege anzupassen. Hierbei ist anscheinend weniger an fahrbare Stationen nach Art unserer Feld-Röntgenwagen mit vollständigem, bis ins kleinste durchgearbeiteten Zubehör, auch für den photographischen Teil, gedacht; lediglich die notwendigsten Aufnahmegeräte sind in einer mit Rädern versehenen Holzkiste untergebracht und sollen offenbar durch Bedienungsmannschaften an die Verwendungsstelle gerollt werden.

Zuerst wird die tragbare Coolidgeröhre behandelt. Bekanntlich kommt bei der früheren Bauart[1]) die Antikathode während des Betriebes ins Glühen, das Wärmegleichgewicht bildet sich fast ausschließlich durch Wärmestrahlung heraus. Diese Type ist für Diagnostik weniger geeignet als für Therapie, weil sie keinen ganz scharfen Brennpunkt verträgt. Dazu kommt, daß die glühende Antikathode „Schließungslicht" durchläßt, so daß die Röhre nur an gleichgerichteten Strom angeschlossen werden kann. Will man diese Umstände vermeiden, so muß man künstliche Kühlung einführen, wie sie bei gewöhnlichen Röntgenröhren längst in Gebrauch ist. Wasserkühlung erschien allerdings für transportable Anlagen nicht geeignet. Deswegen ist Coolidge jetzt zu der in Verbindung mit gewöhnlichen Röntgenröhren ebenfalls längst bekannten „Luftkühlung" übergegangen und hat eine Röhre nach bekannten Mustern mit Kühlrippen an der Anodenausführung gebaut, die die Hitze so gut ableiten, daß man auf einen Röhrendurchmesser von rd 10 cm heruntergehen konnte. Das Material der Antikathode ist Kupfer, in die Stirnfläche ist ein Wolframknopf eingelassen. Die Röhre kann belastet werden

für Aufnahmezwecke mit 10 mA bei einer Funkenstrecke von 13 cm normal, aber auch bis zu 26 cm,

für Durchleuchtungszwecke mit 5 mA und 13 cm Funkenstrecke, wobei sie angeblich 30 bis 40 h ununterbrochen laufen kann.

Da die Antikathode bei diesen Beanspruchungen dauernd kühl bleibt, besitzt die Röhre selbst vollkommene Ventilwirkung und kann daher mit Wechselstrom unmittelbar, ohne Zwischenschaltung irgend eines Ventils, betrieben werden, was für die Vereinfachung des Instrumentariums von Bedeutung ist.

Da ungehinderte Wärmeabstrahlung bei dieser neuen Coolidgeröhre keine Rolle mehr spielt, ergibt sich die weitere Annehmlichkeit, daß man die Röhre jetzt in einen Blendenkasten dicht einschließen kann. Es wird ein Stativ beschrieben, dessen Blendenkasten aus 2 Halbkugelschalen von Bleiglas, mit einer Aussparung für die wirksamen Strahlen, besteht, die fest zusammengeschraubt werden, so daß ein allseitiger Schutz gegen zerstreute Röntgenstrahlen gegeben ist.

Zu der vorstehend beschriebenen Röhre hat die General Electric Co. eine tragbare Ausrüstung konstruiert. Für die Stromquelle gab es von vornherein 5 verschiedene, z. T. kombinierbare Möglichkeiten, nämlich: Benzinmotoren mit Gleich- oder Wechselstrommaschinen; Akkumulatorenbatterien; rotierende Umformer; Transformatoren; mechanische Gleichrichter mit direktem Antrieb oder mit Antrieb durch besondere Synchronmotoren.

Die General Electric Co. entschied sich für eine Benzindynamo für Wechselstrom mit Transformator. Sie konnte dies um so eher tun, als sie über eine Röhre verfügte, die selbst

[1]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 19, 49, 91, 210, 640; 1916, S. 611.

Digitized by Google

den zugeführten Wechselstrom gleichrichtet. Der Benzinmotor wird von der Domestic Engineering Company, Dayton, Ohio, gebaut; er ist ein Viertaktmotor mit 1 Zylinder. Der Transformator ist für Ölkühlung eingerichtet. Zur Regulierung der Primärspannung dient das Drosselventil des Benzinmotors und ein Regulierwiderstand; als Stromquelle für den Heizstrom ein induktiv regulierbarer Transformator, mit Ausgleichspule gegen Spannungsabfall beim Einschalten. Alles Zubehör vom Transformator bis zur Röhre kann in einer Holzkiste von 90 cm Höhe untergebracht werden, die auf kleinen Rädern läuft. Die Benzindynamo mit hölzerner Grundplatte wiegt 172 kg, der Transformator 113 kg, das Gesamtgewicht aller Teile mit Verpackung beträgt 394 kg. Die Aufnahmezeiten betragen bei 45 cm Fokus-Plattenabstand für Hand 1 s, für Knie 4 s, für Schulter 8 s, für Schädel 50 s.

Es wird übrigens ausdrücklich hervorgehoben, daß die Ausbildung dieser Ausrüstung noch nicht ganz abgeschlossen ist. *Ndn.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Die Reinigung von Kühlwasser für Oberflächen-Kondensationsanlagen.

[Mitt. d. Vereinig. d. El.-W., Bd. 16, S. 163.]

Die dauernde Erhaltung eines guten Vakuums in einer Oberflächen-Kondensationsanlage erfordert ein in mechanischer und chemischer Beziehung möglichst einwandfreies Kühlwasser, da sonst starke Abscheidungen in den Kondensatorrohren unausbleiblich sind und der Wärmeumsatz der Rohre sich infolgedessen verschlechtert. Häufige Reinigung dieser Rohre verringert ihre Haltbarkeit, bedingt hohe Kosten und womöglich Unterbrechungen im Betriebe der Kondensationsanlage. Schlechtes Kühlwasser ist daher zweckmäßig vor Eintritt in die Rohre zu klären oder sogar zu reinigen. Klärung kann in mehreren hintereinander liegenden Klärteichen erfolgen, deren Größe und Zahl von dem dauernden Wasserbedarf und der Beschaffenheit des Wassers abhängt. Ein anderes Verfahren, das bei nicht zu hartem und nicht allzusehr mit Sinkstoffen verunreinigten Wasser anwendbar ist und nur geringen Platzbedarf erfordert, ist Klärung in einem Abwasserreinigungskessel nach Patent E. Martin, Berlin. Bei sehr schlechtem Rohwasser genügt auch solche Reinigung nicht. Wie Seyffert, Waldenburg, berichtet, ist dann weitere Aufbereitung in einer Wasserreinigungsanlage zu empfehlen, bei der durch Zusatz von Kalk die mechanischen Schmutzteile und Sinkstoffe, wie auch die vorübergehende Härte des Wassers abgeschieden wird. Auf die bleibende Härte (Gipshärte) des Wassers braucht keine Rücksicht genommen zu werden, da die von ihr herrührenden Bestandteile infolge der im Oberflächenkondensator stets unter 80° C bleibenden Temperatur des Kühlwassers in den Kühlrohren nicht ausgeschieden werden. Das gereinigte Wasser wird noch durch ein für Rückspülung eingerichtetes Kiesfilter geleitet, um von allen Ausscheidungen befreit zu werden. Zu beachten ist dabei, daß aus Beton hergestellte Filter einen guten wasserdichten und säurefesten Putz erhalten müssen, falls die Verkleidung der Wandungen nicht aus säurefesten Ziegeln hergestellt wird.

Bei Verwendung harten Wassers bei Rückkühlanlagen verdunstet ein größerer Teil des im Kreislauf befindlichen Wassers, u. zw. bis zu 20% und mehr. Die in ihm befindlichen Bestandteile bleiben zurück, wodurch sich das Wasser mehr und mehr der Sättigungsgrenze nähert. Ist diese erreicht, so lagern sich die Beimengungen des Wassers an den Teilen der Rückkühlanlage ab, wobei sich namentlich der Gips als Stein absetzt und die Kühlwirkung beeinträchtigt und auch Gefahr des Zusammenbrechens des Lattenwerkes durch die vergrößerte Last entsteht. Eine vorherige Behandlung des Wassers durch Soda oder Baryt kommt wegen der Kosten und anderer Nachteile nicht in Frage. Um Ablagerungen im Kühlwerk soweit als möglich zu verhindern, ist in gewissen Zeitabständen Wasser dem Kreislauf zu entziehen und durch frisches möglichst weiches Wasser zu ersetzen.

Bei der Wahl der Größe einer Wasserreinigungsanlage, bei der das Wasser durch Rückkühlung immer wieder verwendet wird, ist daher außer der infolge der Verdunstung nötigen stündlichen Zusatzwassermenge auch auf eine verstärkte Reinigung von Zusatzwasser im Falle des Ablassens von Wasser Rücksicht zu nehmen.

Eine nach diesen Gesichtspunkten von der Firma Reisert für das E.-W. Waldenburg gebaute Reinigungsanlage, die seit 1911 in Betrieb ist, hat eine für Kühlwasserverhältnisse einwandfreie Wasserbeschaffenheit ergeben und im Betriebe allen Anforderungen entsprochen. Während früher alle 14 Tage eine Reinigung der Kondensatorrohre mit einem Kostenaufwand von 28 bis 42 M erfolgen mußte, um das Vakuum der Dampfanlage hoch zu halten, können infolge der Reinigung des Kühlwassers mit Kalk die Kondensationsanlagen sechs Monate und darüber bei gutem Vakuum in Betrieb gehalten werden. Auch nach dieser Zeit zeigen sich nur geringe Ablagerungen in den Rohren, deren Beseitigung mittels eines durch Elektromotors angetriebenen Schabers erfolgt und nur 15 bis 20 M Kosten verursacht.

Gebraucht wurden für 1 m³ gereinigtes Wasser bei einem Rohwasser von 108° französischer Gesamthärte (u. zw. 86° Gips- und 22° Karbonathärte) rd 270 g gebrannter Kalk von 80% und bei 175,5° französischer Gesamthärte (u. zw. 137,5° Gips- und 38° Karbonathärte) rd 350 g Kalk. Die Gesamtreinigungskosten betrugen für 1 m³ Wasser durchschnittlich 1,06 Pf oder 0,017 Pf für die erzeugte kWh.

Zim.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke.

Am 5. Juni findet in Berlin eine Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke statt. An geschäftlichen Angelegenheiten stehen auf der Tagesordnung ein Bericht des Herrn Verwaltungsdirektors Spengel „Über die Wirkung der Einschränkung des Elektrizitätsverbrauchs in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht", ein Bericht von Herrn Direktor Coninx, Berlin „Über die Belieferung der Elektrizitätswerke mit Kohlen und sonstigen Betriebsstoffen", ein Bericht von Herrn Direktor Döpke, Dortmund, Über den allgemeinen Betriebszustand der Elektrizitätswerke" und ein Bericht des Herrn Direktors Agthe, Gleiwitz, „Über die Preissteigerung für Stromabgabe bei festen Verträgen. Erwähnt sei auch noch ein Vortrag über Großgleichrichter. Die Verhandlungen finden statt im Künstlerhaus, Bellevuestr. 3, und beginnen vormittags 10 Uhr, sowie nachmittags 3½ Uhr.

Ausstellung von Ersatzstoffen.

Die von der Metall-Freigabe-Stelle unter Mitwirkung zahlreicher Fachverbände und Metall-Beratungsstellen in den Ausstellungshallen am Zoo, Berlin (Eingang Tor 6) eingerichtete Ausstellung von Ersatzstoffen ist in den Sommermonaten an Wochentagen von 9 bis 2 Uhr, dazu Mittwochs und Sonnabends von 4 bis 7 Uhr, nachm., und Sonntags von 9 bis 1 Uhr geöffnet.

In der Ausstellung sind bis jetzt folgende Fachgruppen vertreten: Elektrotechnik, allgemeiner Maschinenbau, Schiffbau, Kraftwagen- und Fahrradbau, Eisenhüttenwesen, Metallhüttenwesen, Apparatebau, Mechanik und Optik, Beleuchtungsindustrie, Autogenindustrie, Faserstoffwesen.

Die Ausstellung wird fortlaufend ergänzt und bleibt während der ganzen Dauer des Krieges bestehen.

Eintrittskarten sind von den zuständigen Metall-Beratungsstellen oder von der Metall-Freigabe-Stelle unter Angabe von Namen, Firma und Ort des Antragstellers anzufordern.

Weitere Beteiligung anderer Fachgruppen ist dringend erwünscht. Anmeldungen sind an die Metall-Freigabe-Stelle, Berlin NW 7, Sommerstr. 4 a, zu richten.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Oskar Wichmann, Diplomingenieur und Direktor der Erleuchtungs- und Wasserwerke zu Bremen, wurde zum Geschäftsführer des vor kurzem gegründeten Wiesmoor-Stromabnehmer-Verbandes (Sitz in Oldenburg) bestimmt.

Hochschulnachrichten. Prof. Dr. Max Bernhard Weinstein, Privatdozent für Physik, Philosophie und Geophysik an der Universität Berlin, ist gestorben.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Ein neuer Vorschlag für die Elektrizitätsversorgung des Landes.

Wenn Herr BLOCK in seinem, auf S. 144 der „ETZ" 1918 abgedruckten Aufsatzes für die Grundbelastung einer jährlichen Benutzungsdauer von 8760 h ausgeht, so sollte er bedenken, daß eine für so lange Zeit angenommene Grundbelastung nur sehr niedrig und die Spitzenbelastung nur so hoch ausfallen kann, daß sie vielleicht in 10 Jahren ohne Ausbau der jetzt bestehenden Werke nicht zu decken wäre, und das soll doch vermieden werden. Wenn man von einer 8760 h währenden Grundbelastung ausgehen will, müßte man neben der Spitzenbelastung noch eine Mittelbelastung einführen, und auch diese muß durch die Hochspannung gedeckt werden. Wichtig ist es jedenfall schon wegen der Rabattfrage der 100 000 V-Abnehmer, daß die Tagesbelastung gesteigert wird, und das beste Mittel dafür ist eine wesentliche Verstärkung der Anwendung elektrischer Heiz- und Kochapparate. Dieser Punkt muß unbedingt schon jetzt ins Auge gefaßt werden und ist beim Ausbau der Fernstrecken zu berücksichtigen. Zweifellos wird die Kohlentransportfrage mehrere Jahre nach dem Frieden noch von großer Wichtigkeit sein und wird besonders die Landbewohner, welche Mangel an Pferden haben, zur Einführung elektrischer Heizung bewegen, sofern man ihnen in der Tariffrage entgegenkommt. Nachstehendes Beispiel soll rechnerisch nachweisen, daß auch ein 5 Pf-Tarif den Elektrizitätslieferanten noch Nutzen abwirft. Vorausgesetzt ist dabei, daß während der Spitzenbelastung die Öfen nur mit ⅛ der Anheizbelastung eingeschaltet bleiben, was durch geeignete Zähler und Tarife fraglos zu erreichen ist.

Es soll bei der Berechnung ein Bezirk zugrunde gelegt werden, in welchem 5000 Anschlüsse mit im Durchschnitt je 100 kWh Jahresverbrauch für Licht vorhanden und im Durchschnitt Motoren mit 1500 PS in Betrieb sind. Für die Spitzenzeit wird eine Lichtbelastung von je 80 W angenommen, was bei 220 V etwa 1800 A bedeutet. Dazu kommen für die Motoren etwa 6000 A. Rechnet man im Durchschnitt auf jeden Anschluß einen kleinen Ofen von 1320 W, so hätte man mit einer zusätzlichen Netzbelastung von 30 000 A zu rechnen. Nimmt man nun die Kosten des bisherigen Netzes mit 100 000 M, diejenigen des verstärkten Netzes mit 400 000 M und die Amortisation der Mehrkosten einschließlich Verzinsung mit 16% an, so würden verstärkte Betriebsunkosten in Höhe von jährlich 48 000 M entstehen. Werden durch jeden Ofen jährlich 1320 kWh verbraucht, so erhalten wir für 5000 Öfen jährlich 6,6 Mill. kWh, was bei 3 Pf Stromselbstkosten und 5 Pf Verkaufspreis einen Gewinn von 132 000 M bedeutet.

Ich glaube, daß dieses Beispiel die Möglichkeit der Anwendung elektrischer Heizung klar erweist, und bitte alle die Herren, welche sich an den Zukunftsprojekten der Elektrizitätsversorgung beteiligen, diesen wichtigen Punkt nicht außer acht zu lassen; erweist doch auch die Rechnung, daß kaum eine Fernleitung stark genug sein dürfte, sofern sich einmal elektrische Heizung richtig einbürgert.

Berlin, 13. IV. 1918. Curt Fistl.

LITERATUR.

Besprechungen.

Zwei deutsche Großkraftquellen, deren Erschließung nach den Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit und des kleinsten Aufwandes. I. Teil: Der Rhein. Von Zivilingenieur Johann Hallinger. Mit 18 Abb., 8 Zahlentafeln. 30 S. in gr. Folio. Verlag von Jos. C. Huber. München 1916. Preis 3,60 M.

Diese Schrift ist erschienen im Anschluß an die Bearbeitung des Verfassers über die Niederdruckwasserkräfte in Südbayern und geht von den dort aufgestellten Grundsätzen aus[1]). Die Kraftausnutzung des Rheins zwischen Basel und Straßburg soll in einem Seitenkanal erfolgen und die Gefällausbeute bis 98% gesteigert werden, so daß eine mittlere Nutzleistung von 440 000 kW errechnet wird. Auf der Strecke von Straßburg bis Karlsruhe ergeben sich weitere 146 700 kW. Der Kanal soll zugleich der Großschiffahrt dienen. Wirtschaftlich würde sich nach den Berechnungen die Kraftnutzung ebenso vorteilhaft stellen als bei norwegischen Anlagen, und günstiger als in der Schweiz. Der elektrische Strom soll zum Teil in Überlandzentralen, zum überwiegenden Teil aber für Aluminiumgewinnung und Stickstofferzeugung für die Landwirtschaft Verwendung finden. Der Verfasser geht auf die baulichen Anordnungen näher ein und bringt Neuerungen für die Grundrißanordnung der Krafthäuser in Verbindung mit den Schiffsschleusen und

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 303.

Digitized by Google

die Aufstellung der Turbinen, die die geringste Massenaufwendung zum Ziele haben. Im Zusammenhange damit stehen Untersuchungen über den Kleinstwert aus Kanal- und Krafthauskosten, um bei gegebener Neigung einer Flußstrecke die wirtschaftlich richtigste Gefällhöhe der Kraftwerke bei Anwendung sehr kleiner Spiegelgefälle bis 1 : 25 000 zu ermitteln. Dabei wird eine Betriebswassermenge von 600 m³/s zugrunde gelegt. Zum Vergleich sei bemerkt, daß ein im Jahre 1904 aufgestellter Entwurf für die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins bei Mühlhausen ein Spiegelgefälle von 0,02 bis 0,07‰ anwendet, also auch bereits mit sehr geringem Fließgefälle arbeitet. Ob eine Wasserentnahme aus dem Rhein bis 600 m³/s mit Rücksicht auf die Landeskultur und andere Interessen angängig ist, könnte nur eine nähere Prüfung ergeben. Frühere Entwürfe rechnen nur mit einer Betriebswassermenge von 250 bis 440 m³/s.[1])

Hallinger sucht einerseits zu dezentralisieren, indem er die Kraftwerke verteilt, anderseits bemüht er sich, innerhalb der Bauanlagen zusammenzudrängen. Wie das erstere Verfahren eine wirtschaftliche Grenze hat, so findet die Vereinigung ihre Beschränkung in Rücksichten auf die Sicherheit und glatte Durchführung des Betriebes. Dies gilt besonders dort, wo die Schiffahrt mit in Betracht kommt. Es würde in der Praxis auf Schwierigkeiten stoßen, wollte man den Schiffahrts- und Kraftbetrieb zu sehr auf engem Platz zusammenpressen. Es ist ferner zu beachten, daß die Schiffahrt eine kleine Geschwindigkeit in den Kanälen verlangt. In der Beschränkung der Massen ist auch eine Grenze gegeben, und eine allzu theoretische Bauweise ist bei Wasserbauten nicht angebracht. Die notwendige Wasserdichtigkeit kann bei hohem Stau nur mit großen Mitteln erreicht werden. Dazu sind kostspielige Gründungen unerläßlich, die meist nur nach Erfahrungen sicher angelegt werden können. Das gilt auch für die mit dem hohen Gefälle von 15 m in Kiesgrund vorgesehenen Kraftstufen der Schrift.

Der Verfasser begründet seine Darlegungen durch eingehende Nachweise und Schaubilder. Es ist dies ein verdienstlicher Beitrag zur Fortbildung der technischen Wirtschaftslehre. Auch daß er die Schiffahrt sorgfältig berücksichtigt wissen will, ist sehr zu begrüßen. Der Kraftausbau darf nicht allein seine Hand auf Flüsse legen, die auch der durchgehenden Schiffahrt zugänglich gemacht werden können. Es ist in dieser Beziehung bei den ersten Kraftanlagen an der deutsch-schweizerischen Grenze leider nicht alles Notwendige geschehen.

Über die Ausnutzung der Wasserkräfte des Rheins zwischen Basel und Straßburg sind schon mancherlei Untersuchungen angestellt worden. Zweifellos ist hier eine große und gut nutzbare Kraft vorhanden. Die Veröffentlichungen der Badischen Staatsregierung vom Jahre 1907 hierüber sprechen die Hoffnung aus, daß es den künftigen Fortschritten im Bau- und Maschineningenieurwesen gelingen möge, die Nutzleistung der Rohwasserkraft möglichst nahe zu bringen. Hallinger weist hierfür richtige Wege. Die Verwertung wird kommen, auch wenn nicht jene hohe Nutzwirkung herauszuholen möglich sein sollte, die er errechnet. Und es ist geboten, daß ein einheitliches planmäßiges Vorgehen erfolgt, sollen nicht große Wirtschaftswerte unwiederbringlich verloren gehen.

Mattern.

[1]) Näheres hierüber siehe „Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden". Zwölftes Heft. 1906. S. 3 ff.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Neue Zeitschriften.

„Die Naturwissenschaften", Jahrg. 6, 1918, Heft 17. Sondernummer zur Feier des 60. Geburtstages von Max Planck. Preis 4 M.

[Die mit einem Bilde Plancks ausgestattete Festnummer enthält folgende Arbeiten: A. Sommerfeld: Max Planck zum sechzigsten Geburtstage. E. Warburg: Über Plancks Verdienste um die Experimentalphysik. W. Wien: Die Entwicklung von Max Plancks Strahlungstheorie. W. Nernst: Quantentheorie und neuer Wärmesatz. M. v. Laue: Thermodynamik und Kohärenz. F. Reiche: Die Quantentheorie. Ihr Ursprung und ihre Entwicklung. P. S. Epstein: Anwendungen der Quantenlehre in der Theorie der Serienspektren. M. v. Smoluchowski†: Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik. Außerdem ist in dem Heft noch ein Verzeichnis der Planckschen Veröffentlichungen gegeben.]

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen

Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G., Berlin.[1]) Nach dem Bericht über das 25. Geschäftsjahr 1917 waren die Werke auf allen Gebieten in stetig zunehmendem Umfange bis zur äußersten Ausnutzung beschäftigt, wodurch der Gesamtumsatz gegen das Vorjahr eine wesentliche Erhöhung erfahren hat. Von dem Umsatz entfällt etwa die Hälfte auf Munitionslieferungen, die andere Hälfte auf elektrotechnische Erzeugnisse. Von den Lieferungen für mittelbaren Kriegsbedarf werden als besonders umfangreich diejenigen auf elektrometallurgischem und elektrochemischem Gebiet erwähnt, worin die Umsätze gegenüber den Vorjahren erheblich gestiegen sind. Weiter kommen in Betracht Lieferungen für die Staatseisenbahnbetriebe und für die Privatindustrie, insbesondere für die Montanindustrie. Die Mitwirkung bei den staatlichen Elektrisierungsarbeiten hat in einigen Bundesstaaten bereits zu namhaften Aufträgen geführt, welche sich in Ausführung befinden. Der Geschäftsgewinn betrug nach Abzug der Fabrikunkosten 21,599 Mill. M (19,176 i. V.). Handlungsunkosten, Provisionen usw. betrugen 3,267 Mill. M (2,718 i. V.), Steuern 1,392 Mill. M (0,442 i. V.). Obligationszinsen 0,881 Mill. M (0,891 i. V.). Abschreibungen 5,075 Mill. M (6,327 i. V.) und der Reingewinn 10,993 (8,799 i. V.). Hiervon werden für Talonsteuer, Kriegsreserve und Kriegsgewinnsteuer 3,060 Mill. M (2,710 i. V.) zurückgelegt, 1,3 Mill. M (0,6 i. V.) für Wohlfahrtszwecke bereitgestellt, und 12% Dividende (10 i. V.) auf 47,75 Mill. M (wie i. V.) eingezahltes Aktienkapital verteilt; Vorstand und Aufsichtsrat erhalten 0,838 Mill. M (0,629 i. V.). In der mit 128,112 Mill. M (115,754 i. V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch: Gebäude mit 7,432 Mill. M (10,575 i. V.), Grundstücke mit 4,112 Mill. M (3,969 i. V.), nicht eingezahltes Aktienkapital mit 4,250 Mill. M (wie i. V.), Maschinen, Werkzeuge, Utensilien, Modelle, Mobilien, Kriegsausrüstungen und Patente sind abgeschrieben, Beteiligungen stehen mit 7,891 Mill. M (7,855 i. V.), Effekten mit 30,728 Mill. M (18,540 i. V.). Kasse, Wechsel und Bankguthaben mit 26,473 Mill. M (16,779 i. V.), Kautionen mit 0,338 Mill. M (0,266 i. V.), Waren mit 12,665 Mill. M (17,417 i. V.), im Bau befindliche Anlagen mit 4,102 Mill. M (2,829 i. V.) zu Buch. Schuldnern mit 30,120 Mill. M (33,273 i. V.) stehen Gläubiger mit 16,548 Mill. M (8,770 i. V.) gegenüber. —z.

Vereinigte Isolatorenwerke A.G., Berlin-Pankow.[2]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrug der Rohgewinn 1,129 Mill. M (1,599 i. V.) und der Reingewinn 0,235 Mill. M (0,302 i. V.). Die Abschreibungen betragen 0,316 Mill. M (0,745 i. V.). Es werden 20% Dividende auf 1 Mill. M Aktienkapital (wie i. V.) verteilt. In der mit 2,584 Mill. M (3,646 i. V.) abschließenden Bilanz sind Grundstücke und Gebäude mit 0,524 Mill. M (0,639 i. V.), Waren und Vorräte mit 1,056 Mill. M (2,208 i. V.), Bankguthaben, Kasse und Effekten mit 0,395 Mill. M (0,065 i. V.) bewertet. Schuldnern mit 0,582 Mill. M (0,562 i. V.) stehen Gläubiger mit 1,078 Mill. M (2,059 i. V.) gegenüber.

Sächsische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A.G., Berlin.[3]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 waren die Ergebnisse der Elektrizitätswerke: Für Lungwitz: Anschlußwert 23 400 kW (23 180 i. V.), nutzbare Stromabgabe 10.113 Mill. kWh (8.164 i. V.), für Pleiße: Anschlußwert 25 914 kW (24 404 i. V.), nutzbare Stromabgabe 10,180 kWh (10,033 i. V.). Der Geschäftsgewinn betrug 1,602 Mill. M (1.559 i. V.), Verwaltungskosten 0,031 Mill. M (0.036 i. V.), Steuern 0,113 Mill. M (0,101 i. V.), Zinsen 0,337 Mill. M (0,350 i. V.), Kriegsunterstützungen 0,157 Mill. M (0,132 i. V.); dem Tilgungsfonds wurden überwiesen 0,248 Mill. M (0,237 i. V.); es ergibt sich ein Reingewinn von 0,714 Mill. M (0,703 i. V.). Hiervon sollen 10% Dividende auf 6,5 Mill. M (wie i. V.) gezahlt werden. In der mit 19,110 Mill. M (19,515 i. V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch Werk a. d. Lungwitz mit 12.027 Mill. M (11.963 i. V.), Werk an der Pleiße mit 6,503 Mill. M (6,452 i. V.). Schuldnern mit 0.492 Mill. M (1,023 i. V.) stehen Gläubiger mit 0,775 Mill. M (1,336 i. V.) gegenüber. -z.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 328.
[2]) Bericht über 1914 vgl. „ETZ" 1915, S. 340.
[3]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 276.

A.G. Kraftwerk Laufenburg, Laufenburg.[1]) Nach dem Bericht über das 10. Geschäftsjahr 1917 stieg der Stromverkauf von 215 auf 316 Mill. kWh. Die Einnahmen betrugen 3,316 Mill. M (2,551 i. V.), der Reingewinn 0,969 Mill. M (0,712 i. V.). Es wird beantragt, 6% Dividende auf 9 Mill. M Vorzugsaktien (wie i. V.) und 4% (2 i. V.) auf 9 Mill. M Stammkapital (6,5 i. V.) zu verteilen. Die Badische Kraftlieferungs G. m. b. H., Freiburg i. B., verteilt 5%, die Schwarzwälder Elektrizitäts G. m. b. H., Villingen, 5% Dividende.

Faradit-Isolierrohrwerke Max Haas A.G., Reichenhain b. Chemnitz. Nach dem Bericht über das Jahr 1917 betrugen die Einnahmen 3,444 Mill. M (1,746 i. V.) und der Reingewinn 1,878 Mill. M (0,578 i. V.), von dem 30% Dividende (15 i. V.) auf 1,5 Mill. M gezahlt werden.

Firmenverzeichnis.

Wiesmoor-Stromabnehmer-Verband, G. m. b. H., Oldenburg. Gegenstand: Zusammenschluß der an der Überlandzentrale Wiesmoor beteiligten Stromabnehmer zur gemeinsamen Verfolgung ihrer wirtschaftlichen Interessen. Stammkapital: 20 500 M. Geschäftsführer: O. Wichmann, Oldenburg.

Brandenburgische Elektrizitätsgesellschaft m. b. H., Brandenburg (Havel). Gegenstand: Ausführung von elektrischen Anlagen, Vertrieb von elektrotechnischen Artikeln, Beteiligung usw. Stammkapital: 27 000 M. Geschäftsführer: H. Berner, Brandenburg; W. Steingräber, Fohrde.

Oberlech-Gesellschaft m. b. H., München. Gegenstand: Vorarbeiten zu dem geplanten Ausbau der Wasserkräfte des oberen Lech in drei Stufen, Verwendung der gewonnenen Kräfte zur industriellen Ausnutzung auf dem Gebiete der Elektrochemie und Elektrometallurgie. Stammkapital: 100 000 M. Gründer: Metallwerke L. Flörsheim, München-Moosbach, Starck, Michael & Co., Berlin, Deutsche Effekten- und Wechselbank, Frankfurt a. M., Wayß & Freytag A. G., Neustadt a. H., Dr. L. Fischer-Reinau, Zürich.

Starkstromanlagen A. G., Berlin. Die Gesellschaft hat in Saarlouis eine Zweigniederlassung errichtet.

Löschungen. Allgemeine Akkumulatoren-Gesellschaft m. b. H., Dresden.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Rückersdorf, Kr. Sprottau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 15). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Domnowitz, desgl. Groß-Muritsch, Kr. Trebnitz (Haftsummen: je 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: je 50).

Österreich-Ungarn. Die Vereinigte Elektrizitäts-A. G., Wien, hat beschlossen, das Kapital um 3 auf 18 Mill. K zu erhöhen. — Zwecks Ausnutzung der Wasserkräfte Mittelböhmens für Stromerzeugung wurde die „Mittelböhmischen Elektrizitätswerke, G. m. b. H." mit einem Kapital von 5,8 Mill. K begründet.

Schweden. Die A.G. „Elektraverken" hat beschlossen, ihr Aktienkapital um 2 auf 5 Mill. K zu erhöhen. Sie verteilt 1909 Dividende.

Türkei. Nach Berichten türkischer Blätter hat sich in Heraklea (Eregli) eine Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 60 000 Pfund gebildet, welche sich mit dem Bau elektrischer Zentralen und Straßenbahnen, der Einführung der elektrischen Beleuchtung usw. befassen wird.

Verschiedene Nachrichten

Porzellanfabrik Gebr. Bauscher, Weiden. Die Thüringer Bank, vorm. M. B. Strupp, hat den größten Teil der Aktien dieser Gesellschaft erworben, womit die Porzellanfabrik Weiden an den Konzern der Porzellanfabriken Kahla, Hutschenreuther und Königszelt übergeht.

Warenpreise.

Metallpreise an der Londoner Börse[2]). Im März 1918 betrugen die Preise für Elektrolytkupfer ohne Schwankungen 125 bis 121 £, für Standardkupfer 110 bis 110½ £, für Blei 29½ bis 28½ £, für Zink 54 bis 50 £. Der Preis von Standardzinn schwankte mit fallender Tendenz von 322 bis 316 £ für Kasse und von 320 bis 316 £ für 3 Monate.

[1]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 686.
[2]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 60 u. 172.

Abschluß des Heftes: 11. Mai 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. | Berlin, 23. Mai 1918. | Heft 21.

Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom.[1])

Von Mendel Osnos, Berlin-Wilmersdorf.

Übersicht. Nach Erwähnung der Nachteile der bisherigen Regelungen von ein- und mehrphasigen Kommutatormaschinen wird auf eine neue Regelungsart hingewiesen. Sie besteht darin, daß vermittels Gleichstrom die Permeabilität entweder der Maschine selbst oder der mit ihr verbundenen Apparate (Drosselspulen, Transformatoren) geändert wird. Durch diese Permeabilitätsänderung wird eine Feldregelung und somit eine Tourenregelung bei Motoren und eine Spannungs- und Periodenregelung bei Generatoren in weiten Grenzen erzielt.

Die dazu nötige Gleichstromenergie ist im Verhältnisse zu der zu regelnden Maschine sehr gering und kann, wenn sonst keine Gleichstromquelle zur Verfügung steht, entweder einer kleinen Batterie oder einer von der Maschine selbst angetriebenen kleinen Erregermaschine entnommen werden.

Die Regelung kann durch einen einfachen Ohmschen Widerstand erfolgen und ist somit so einfach wie die Feldregelung einer gewöhnlichen Gleichstrom- oder Synchronmaschine.

Man kann den Regulierwiderstand auch ganz vermeiden, wenn man eine spezielle Erregermaschine verwendet, deren Spannung durch Bürstenverschiebung geregelt wird. Die Regelung der Kommutatormaschine kann dann bloß durch Bürstenverschiebung der kleinen Gleichstrommaschine ganz allmählihh und ohne Funkengefahr erfolgen.

Ist die Erregermaschine mit der Kommutatormaschine gekuppelt, so kann sogar eine Selbstregelung des Maschinensatzes auf nahezu konstante Tourenzahl erzielt werden.

Die beiden Fälle, Permeabilitätsänderung der Maschine selbst und Permeabilitätsänderung der mit der Maschine zusammenhängenden Apparate, werden einzeln untersucht und auf Vor- und Nachteile miteinander verglichen.

Für beide Fälle werden eine Reihe von Ein- und Mehrphasenschaltungen angegeben und theoretisch entwickelt.

Besondere Aufmerksamkeit wird dem Bau und der Schaltung von ein- und mehrphasigen, durch Gleichstrom regelbaren Drosselspulen geschenkt und das Neueste auf dem Gebiete gebracht. Eine Type wird stets dabei von der anderen entwickelt und die stufenweise Vervollkommnung gezeigt.

Für eine Anzahl von Schaltungen werden Prüfresultate an größeren Maschinen der A.E.G. (u. a. an einem 800-PS-Bahnmotor) wiedergegeben, die die Zweckmäßigkeit und die Richtigkeit der neuen Regelungsart beweisen.

In einem Anhang werden mehrere Variationen einer Drehstromschaltung angegeben, Gleichungen für ihre Arbeitsweise abgeleitet und miteinander verglichen.

Einleitung.

Die bis jetzt gebrauchten Mittel zum Regeln von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen kann man in folgende 4 Klassen einteilen:

1. Transformatoren mit veränderlicher Übersetzung,
2. Drosselspulen mit mehreren Abzweigungen,
3. Bürstenverschiebung,
4. Kombinationen der drei ersten Klassen.

(Das bekannte Mittel der Veränderung der Zahl der Ständerwindungen kann man in die erste Klasse einreihen, da man bekanntlich Ständer und Läufer einer Maschine ebenfalls als Transformator auffassen kann.)

Der Nachteil der Mittel 1 und 2 besteht darin, daß die Regelung nicht stoßfrei erfolgen kann, und daß durch die vielen Abzweigungen die Transformatoren, bzw. die Drosselspulen kompliziert und verteuert werden. Durch Bürstenverschiebung bekommt man allerdings eine stoßfreie Regelung, dafür aber haftet dieser Regelung ein anderer Fehler an, nämlich der der größeren Funkenbildung am Kommutator. Denn da die Bürsten beweglich sind, kann man keine Wendespule verwenden; man ist daher genötigt, entweder stärkere Funkenbildung zuzulassen oder die Lamellenspannung sehr klein zu wählen. Dieses bedingt aber eine bedeutende Vergrößerung der Maschine und damit auch ihrer Herstellungskosten. Dem Mittel 4 haften schließlich mehr oder weniger sämtliche, genannte Fehler an.

Durch Beschäftigung mit Frequenzverdopplung bei Hochfrequenzströmen ist nun der Verfasser auf ein neues Mittel gekommen, bei dem die genannten Nachteile vermieden werden; nämlich auf Regelung mittels Gleichstroms. Bekanntlich wird die Frequenzverdopplung eines Wechselstromes bei dem statischen Frequenzverdoppler von Epstein dadurch erreicht, daß man das Grundfeld des primären Wechselstromes durch ein überlagertes Gleichstromfeld beeinflußt. Ich kam nun auf den Gedanken, auch das Feld einer Wechselstrom-Kommutatormaschine und somit auch die Spannungsverteilung zwischen Ständer und Läufer (was die Grundlage zu jeder Regelung bildet) durch überlagerten Gleichstrom zu beeinflussen. Wie schwierig dieses auch auf den ersten Blick erschien, so fand sich doch bei näherer Überlegung die Möglichkeit einer guten praktischen Lösung.

In der Tat, gehen wir von der bekannten Feldregelung von Kommutatormaschinen aus, so wurde diese bis jetzt dadurch erzielt, daß man die Zahl der auf die Bürstenachse senkrecht stehenden Amperewindungen änderte. Eine Änderung der Feldstärke läßt sich aber auch dadurch erreichen, daß man die Permeabilität des Eisens entweder in der Maschine selbst oder in den mit ihr zusammenhängenden Drosselspulen ändert. Die Permeabilität läßt sich wiederum durch einen überlagerten Gleichstrom in sehr einfacher Weise ändern. Da nun die Regelung des Gleichstromes durch einen einfachen induktionslosen Widerstand erfolgen kann, so kann man die Stufenzahl des Widerstandes sehr groß machen und somit eine sehr feine Regelung der Kommutatormaschine erzielen. Die Amperewindungszahl, die nötig ist, um die Permeabilität einer Maschine oder eines Apparates wesentlich zu beeinflussen, ist im allgemeinen im Vergleich zu den betreffenden Maschinen bzw. den Apparaten nicht groß. Bei einer genügend großen Windungszahl im überlagernden Gleichstrom kann derselbe klein ausfallen, somit wird der Regelungswiderstand sehr handlich und nicht größer als ein Feldregler bei einer gewöhnlichen Gleichstrom- oder Synchronmaschine. Die Bürsten der Kommutatormaschine können fest bleiben, und somit ist auch die Anwendung von Wendespulen zur Vermeidung von Funkenbildung möglich.

Auch die elektrische Energie, welche für eine wesentliche Änderung der Permeabilität nötig ist, ist nicht größer als die zur Felderzeugung in einer Gleichstrom- oder Synchronmaschine dienende. Es ist daher auch die Gleichstromquelle im Vergleich zu der Kommutatormaschine selbst klein. Falls also keine Gleichstromquelle sonst in der Anlage vorhanden ist, kann man sie leicht durch eine besondere Erregermaschine erzeugen, die entweder getrennt oder von der zu regelnden Maschine selbst angetrieben wird. Wenn man bedenkt, daß in der Regel jede größere Synchronmaschine mit einer Erregermaschine versehen ist, so ist nicht einzusehen, warum dieses bei einer größeren Kommutatormaschine oder bei einer Kaskade auf Schwierigkeiten stoßen sollte. Jedenfalls ist die Erregermaschine viel billiger und kleiner als die sonst üblichen Regelungsapparate bei größeren Kommutatormaschinen.

Man kann einen Schritt weiter tun, um den Regelungswiderstand ganz zu erübrigen. Da nämlich die Gleichstrommaschine nur auf die Wicklung der Drosselspule, also auf einen konstanten Widerstand arbeitet, kann man sie auch als Serienmaschine ausführen. Diese Maschinen lassen sich nun ihrerseits als kompensierte Maschine nach dem (vom Verfasser herrührenden) D.R.P. Nr. 250 348 der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ausführen, die außer dem Vorzug der Einfachheit und Billigkeit (sie hat nur eine einzige, in wenigen Nuten liegende Ständerwicklung) noch den Vorteil haben, daß man ihre Spannung in sehr weiten Grenzen und, wie eingehende Versuche gezeigt haben, ohne jede Funkenbildung durch Bürstenverschiebung regeln kann.

Auf diese Weise kann man die Kommutatormaschine bloß durch Bürstenverschiebung ihrer Erregermaschine in weiten Grenzen und, ohne besondere Funkenbildung zu befürchten, sehr fein regeln. Man hat also die sehr angenehme Regelung durch Bürstenverschiebung, aber bloß durch die der harmlosen, kleinen Gleichstrommaschine, während die Bürsten der Hauptmaschine selbst ruhen. Wie wir weiter sehen, kann die Erregermaschine noch dazu benutzt werden, um die Tourenzahl von der Belastung der Maschine in weiten Grenzen wesentlich unabhängig zu machen, was in vielen Fällen sehr wichtig ist.

Wie wir bereits erwähnt haben, kann die neue Regelungsart in zweierlei Weise erfolgen:

a) durch Beeinflussung der Permeabilität der Kommutatormaschine selbst,

b) durch Beeinflussung der Permeabilität der mit der Maschine zusammenliegenden Apparate[1]).

---

[1]) Bemerkung. Eingesandt in erster Fassung am 7. XII. 1916, in gekürzter Fassung am 27. X. 1917.

[1]) Unter Regelung ist hier allgemein Geschwindigkeitsänderung bei Motoren, Spannungs- und Periodenänderung bei Generatoren sowie etwaige Feldänderungen zum Kommutieren und zur Verbesserung des Leistungsfaktors verstanden.

[1]) Drosselspulen und somit Wechselstromkreis im allgemeinen mittels Gleichstrom zu regeln, bildet, wie ich nachträglich erfuhr, den Gegenstand des U.S.P. Nr. 720 884 von Burgess und Frankenfield vom 18. VI. 1901. Später erwähnen dieses Leonard u. Weber („L'Eclairage Electrique" 1906, Bd. II, S. 80). — Die Anwendung auf Regelung von Wechselstrom-Kommutatormaschinen ist jedoch meines Wissens von niemand vor mir vorgeschlagen worden.

Digitized by Google

a) Beeinflussung der Permeabilität der Kommutatormaschine

(D.R.P. Nr. 276408 der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft).

Das Prinzip dieser Regelungsart besteht darin, daß dem Grundfelde ein anderes Feld überlagert wird, welches zwar keine oder unwesentliche Spannungen im Arbeitsstromkreise der Maschine hervorruft, aber infolge der Eisensättigung eine schwächende Wirkung auf das Grundfeld ausübt. Im Gegensatz zu der üblichen Regelungsart, wird also hier eine Feldschwächung nicht durch Verminderung der erregenden Amperewindungen, sondern durch Vergrößerung des magnetischen Widerstandes der Maschine erzielt.

Der Einfachheit halber gehen wir von der Einphasenanordnung (Abb. 1) aus, obwohl für die Praxis die Mehrphasenanordnung (Abb. 2) die wichtigere sein dürfte.

Einphasenanordnung.

In Abb. 1 und 1a ist beispielsweise ein 4-poliger Einphasen-Reihenschlußmotor dargestellt, dessen Umdrehungszahl nach dem neuen Prinzip geregelt werden soll. In Abb. 1

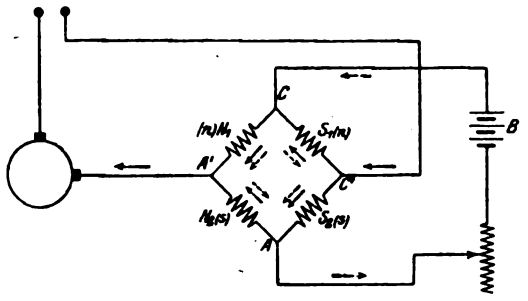


Abb. 1. D.R.P. Nr. 276408 (vom Verfasser).

ist die Schaltung und in Abb. 1a die räumliche Anordnung der Feldpole gezeigt. Wie ersichtlich, sind die 4 Polwicklungen der Maschine in Brückenschaltung geschaltet, wobei einer Diagonale aus dem Netze Wechselstrom und der andern Diagonale aus irgend einer Gleichstromquelle B (Maschine, Batterie o. dgl.) Gleichstrom zugeführt wird. Die Momentanrichtungen des Wechselstroms in den einzelnen Spulen sind durch ausgezogene und die Richtungen des Gleichstroms durch gestrichelte Pfeile angegeben. Die Polaritäten, die durch den Wechselstrom erzeugt werden, sind mit N_1, S_1, N_2, S_2 und die durch Gleichstrom mit n—s bezeichnet.

Die in der Brückenschaltung diametral gegenüberliegenden Pole N_1, S_2 bzw. N_2, S_1 liegen räumlich (Abb. 1a) nebeneinander, während die in der Brückenschaltung nebeneinander liegenden Pole N_1, N_2 bzw. S_1, S_2 räumlich diametral gegenüberliegen.

Wie aus Abb. 1a ersichtlich, erzeugt der Wechselstrom ein regelrechtes 4-poliges Feld, der Gleichstrom dagegen ein 2-poliges. Wäre

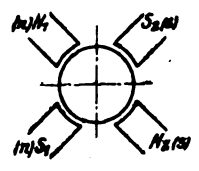


Abb. 1a.

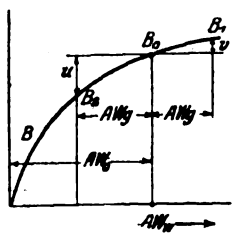


Abb. 1b.

das 2-polige Feld allein vorhanden, so hätte es auf den 4-poligen Anker keinen Einfluß. Tatsächlich überlagert aber dieses Feld das Wechselstromfeld und übt durch den Einfluß der magnetischen Sättigung eine schwächende Wirkung auf dasselbe aus, wie die folgende Überlegung näher ergibt. Wie nämlich aus Abb. 1 ersichtlich, haben beide Pfeile in den Polen N_1 und S_2 dieselbe Richtung, in den Polen N_2, S_1 dagegen entgegengesetzte Richtungen. In den ersten addieren sich also die Gleich- und die Wechselstrom-Amperewindungen, in den letzteren subtrahieren sie sich.

In Abb. 1b soll nun die Kurve B die Magnetisierungskurve der Maschine in Abhängigkeit der Wechselstrom-Amperewindungen darstellen. Zu einer beliebigen Zeit $t = t_0$ sollen $AW_w = AW_0$ sein, folglich müßte $B = B_0$ sein, wenn keine weiteren Amperewindungen in der Maschine wirksam wären. Tatsächlich wirken aber gleichzeitig die durch den Gleichstrom erzeugten Amperewindungen $= AW_g$, u. zw., wie erwähnt, in 2 Polen schwächend und in 2 Polen verstärkend. Infolgedessen wird die Sättigung in den Polen $N_1 S_2$ von B_0 auf B_1 um den Betrag v steigen, in den Polen N_2, S_1 dagegen von B_0 auf B_2 um den Betrag u abnehmen. Wegen der Krümmung der B-Kurve ist aber der Wert von u unter allen Umständen größer als der von v, und somit ist die Schwächung des Wechselstromes durch das Gleichstromfeld stets größer als die Verstärkung. Das gesamte Wechselstromfeld des Motors wird also wesentlich geschwächt und somit seine Umlaufszahl bei gegebener Spannung wesentlich erhöht. Je größer der Gleichstrom ist, desto größer ist natürlich seine schwächende Wirkung auf das Wechselstromfeld. Durch Einstellung des Ohmschen Widerstandes w oder durch Bürstenverschiebung (wenn B eine Gleichstrommaschine darstellen soll) oder durch beides hat man es daher in der Hand, die Umlaufszahl des Wechselstrommotors in weiten Grenzen zu regeln.

Ist die Polzahl der Maschine durch 4 teilbar (8, 12 usw.), so ist die Brückenschaltung der Pole ohne weiteres klar: In jeden Brückenzweige kommt nicht eine einzige Polwicklung, sondern sämtliche gleichnamigen und gleichgelegenen Polwicklungen; bei einer 8-poligen Maschine z. B. kommen also in einen Brückenzweige 2-mal N_1-, bzw. 2-mal N_2- usw. Wicklungen.

Besitzt die Maschine aber eine Polzahl, die durch 4 nicht teilbar ist, so muß man die Anzahl der Pole, die das Mehrfache von 4 übersteigt, außerhalb der Brückenschaltung, aber in Reihe oder parallel zu derselben belassen.

Eine Ausführungsform für eine 6-polige Maschine ist in Abb. 1c und 1d dargestellt. In

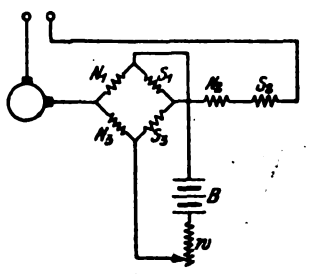


Abb. 1c.

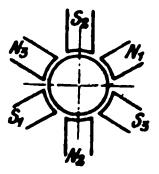


Abb. 1d.

ähnlicher Weise verfährt man für eine 10- und 14-polige Maschine usw.: Man läßt 2 Pole außerhalb der Brückenschaltung und schaltet sie in Reihe oder parallel mit den anderen.

Bei einem reihen- oder reihen-parallel-gewickelten Anker, wie dieses bei den meisten größeren Maschinen der Fall ist, hat die Ungleichheit der einzelnen Pole keinen weiteren Einfluß. Hat aber der Anker der Maschine eine Schleifenwicklung, so kann eine Ungleichheit der Pole schädliche Ausgleichströme und Funkenbildung verursachen. Es ist daher im allgemeinen bei der neuen Schaltung von einer Schleifenwicklung abzusehen. Nur eine 4-polige Maschine (mit Trommelwicklung) kann auch Schleifenwicklung haben, da in diesem Spezialfalle keine Ausgleichströme entstehen können.

Durch die Überlagerung des Wechselstromfeldes über das Gleichstromfeld entstehen bekanntlich in der Gleichstromwicklung, also in unserem Falle zwischen den Punkten A und C Spannungen doppelter Frequenz. Es entstehen daher zusätzliche Verluste erstens durch die Felder doppelter Frequenz und zweitens durch die Ströme von derselben Frequenz. Eine der beiden Verlustquellen läßt sich vermeiden bzw. auf ein Minimum reduzieren. Man kann nämlich entweder die Ausgleichströme durch Einschalten von Drosselspulen im Gleichstromkreise oder die Felder durch Schaffung eines möglichst vollkommenen Kurzschlusses für die Ausgleichströme unterdrücken.

Eingehende Versuche haben jedoch gezeigt, daß die durch die Ausgleichsströme verursachten Verluste (Kurzschlußverluste) bedeutend geringer sind als die durch die Felder verursachten Leerlaufsverluste. Es ist daher zweckmäßig, die Gleichstromquelle B von möglichst geringer Selbstinduktion zu machen (also wenn B eine Maschine ist, dieselbe von möglichst geringer Spannung zu nehmen), damit sie für die Ströme doppelter Periodenzahl einen guten Kurzschluß bildet. Eine Ursache zur Funkenbildung an die Gleichstrommaschine ist dabei nicht vorhanden, da die Ausgleichströme an sich verhältnismäßig gering sind und überdies (bei einer Nebenschlußmaschine) die Feldwicklung nicht durchfließen, also transformatorische EMK nicht verursachen können.

Mehrphasenanordnung.

Ist die Kommutatormaschine eine mehrphasige, so kann man jede einzelne Phase nach Abb. 1 schalten. In vielen Fällen läßt sich jedoch die Schaltung vereinfachen. Z. B. kann man bei einer Dreiphasen-Reihenmaschine (Abb. 2) die Punkte C sämtlicher Phasen einerseits und die Punkte A sämtlicher Phasen anderseits vereinigen, diese Punkte zu Nullpunkten des Systems machen und ihnen Gleichstrom zuführen. Außerdem kann man diejenigen Wicklungen, die sowohl in bezug auf den Wechsel- und in bezug auf den Gleichstrom im gleichen Sinne erregt werden, in einem Zweige vereinigen. Dieses ist z. B. der Fall (Abb. 1) für die Spulen N_1 und S_2 bzw. N_2 S_1. Auf diese Weise erhält man die vereinfachte Feldschaltung nach Abb. 2 für eine 4-polige

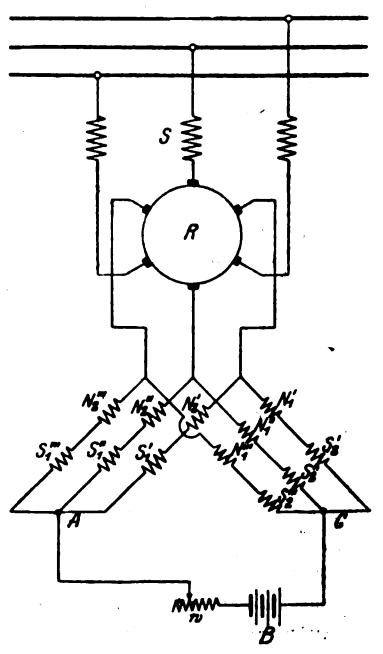


Abb. 2. D.R.P. Nr. 276408 (vom Verfasser).

Drehstrommaschine[1]). Jede der 3 Feldwicklungen besteht aus 2 gleichen, zueinander parallelen Teilen, und jeder Teil enthält die ihm entsprechenden Pole N_2, S_1 aus Abb. 1.

Natürlich kann man sowohl bei einer Einphasen- wie bei einer Mehrphasenmaschine statt die Gleich- und die Wechselstromwicklung zu vereinigen, auch getrennte Wicklungen für beide Stromarten verwenden. Dies kann z. B. zweckmäßig sein, wenn die Wechselstromwicklung für sehr große Ströme bemessen ist und man den Regelungswiderstand w für

[1]) Die Vereinigung einer Gleichstrom- und einer Drehstromwicklung, allerdings zu anderen Zwecken, ist meines Wissens zuerst von Jonas im D.R.P. Nr. 119988 angegeben worden.

Digitized by Google

kleine Ströme, also die Gleichstromwicklung von großer Windungszahl, haben will. Indessen entstehen dadurch größere Stromverluste, und die Maschine wird kompliziert.

Nebenschlußmaschinen.

Bis jetzt hatten wir mit Reihenmaschinen zu tun gehabt. Hat man aber eine Maschine mit Nebenschlußcharakteristik, so geht es nicht ohne weiteres, den magnetischen Widerstand der Maschine zu schwächen. Denn bei diesen Maschinen liegt das Feld an einer konstanten Spannung, eine Vergrößerung des magnetischen Widerstandes würde also nichts nützen: das Feld bliebe dasselbe, nur der Magnetisierungsstrom würde größer sein. Man kann aber auch in diesem Falle das Feld durch Permeabilitätsänderung der Maschine ändern, wenn man in Reihe mit der Feldwicklung Drosselspulen schaltet, wie dieses beispielsweise für eine Drehstrommaschine durch Abb. 3 gezeigt wird. Der Einfachheit halber ist aus der Maschine nur ihre an das Netz angeschlossene Feldwicklung F herausgegriffen; mit dieser ist die 3-schenklige Drosselspule D in Reihe geschaltet.

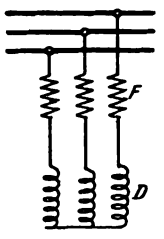


Abb. 3.

Bedeuten e_1, L_1 die Spannung bzw. die Selbstinduktion der Feldwicklung, e_3 bzw. L_3 die entsprechenden Werte der Drosselspule und E die Netzspannung pro Phase, so ist ohne weiteres klar, daß

$$\frac{e_1}{e_3} = \frac{L_1}{L_3} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

und

$$E = e_1 + e_3 , \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

woraus

$$\frac{e_1}{E} = \frac{1}{1 + \frac{L_3}{L_1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

Durch Änderung von L_1 ändert sich also die Feldspannung e_1 und somit das Feld selbst.

(Fortsetzung folgt.)

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

Offizieller Bericht über die 4. Jahresversammlung am Sonnabend, den 15. September 1917.

(Schluß von S. 200.)

4) Vortrag des Herrn Halbertsma: „Die Streuung (Diffusion) des Lichtes als Mittel zur Verringerung der Flächenhelle künstlicher Lichtquellen."[1])

Die Flächenhelle unserer künstlichen Lichtquellen zeigt eine steigende Tendenz. Nur in gewissen Fällen, wie bei der optischen Projektion, ist eine hohe Flächenhelle erwünscht. Für die künstliche Beleuchtung ist sie eher ein Übelstand.

Die Flächenhelle ist, sobald sie gewisse Werte übersteigt, die wichtigste, wenn auch nicht die einzige Ursache jener physiologischen Erscheinungen, die man unter dem Begriff der „Blendung des Auges" zusammenfaßt.

Infolge der verschiedenen Faktoren, die neben der Flächenhelle die Blendung beeinflussen, wie die Adaption des Auges, die Größe der Pupillenöffnung, die Größe des leuchtenden Feldes und sein Kontrast zur Umgebung, ist es nicht möglich, durch eine Zahl für alle Fälle jene Flächenhelle zu kennzeichnen, bei der die Blendung des Auges anfängt. Bei dem ungeheuren Bereich der auftretenden Flächenhelle von etwa 0,0001 HK/cm² bei dunklen Wänden in künstlich beleuchteten Innenräumen bis zu etwa 20 000 HK/cm² bei der Gleichstrom-Bogenlampe bedeutet die Kenntnis der Größenordnung der zulässigen Flächenhelle schon einen Fortschritt. Bell[1]) hat im Jahre 1902 als geeigneten Höchstwert der Flächenhelle bei künstlicher Beleuchtung etwa 0,85 bis 0,42 HK/cm² vorgeschlagen. Hiermit stimmt der Wert von 0,75 HK/cm², den Schanz und Stockhausen[2]) im Jahre 1907 vorschlugen, gut überein. Cravath[3]) hält an einem Wert von 0,5 Lambert ≅ 0,18 HK/cm² fest. In dem 12. Bericht des „I. E. S. Committee on Glare"[4]) wird als Höchstwert der Flächenhelle bei Innenbeleuchtung 0,25 Lambert ≅ 0,09 HK/cm² angegeben.

Wir sehen also eine recht gute Übereinstimmung der von verschiedener Seite beobachteten und festgelegten Höchstwerte für die Flächenhelle zwischen 1 und 0,1 HK/cm². Fast alle künstlichen Lichtquellen überschreiten diesen Wert. So, wie das elektrische Licht gegenwärtig erzeugt wird, ist es also nicht ohne weiteres verwendbar. Das zweckmäßigste und am meisten gebrauchte Mittel zur Verringerung der Flächenhelle künstlicher Lichtquellen ist die Streuung des Lichtes. Spiegel und Linsen (bzw. die Erscheinungen der Reflexion und der Brechung) lassen sich nicht benutzen, da gerade bei ihnen die Flächenhelle des Bildes der Lichtquelle sich nur um den Betrag der Absorption von der Flächenhelle der Lichtquelle selbst unterscheidet. Dennoch kann man die Brechung des Lichtes zu einer Pseudostreuung des Lichtes benutzen, indem man zahlreiche kleine Bilder der Lichtquelle erzeugt, die an sich ungefähr die gleiche Flächenhelle haben werden wie die Lichtquelle. Weil sie aber in gewisser Entfernung voneinander auftreten, ergibt sich bei Betrachtung aus genügender Entfernung im Durchschnitt eine entsprechend kleinere Flächenhelle.

Lediglich theoretisches Interesse kann der Vorschlag haben, einen Leuchtkörper (z. B. einen Glühlampendraht) oder dessen Spiegelbild schnell rotieren zu lassen[5]). Hierbei wird der Draht zu einem breiten Band oder Zylinder von entsprechend geringerer Flächenhelle auseinander gezogen.

Sehr bekannt ist die Verringerung der Flächenhelle mittels durchsichtiger (nicht: durchscheinender) Gläser von dunkler Färbung (Rauchgläser). Man benutzt sie bei der Beobachtung künstlicher Lichtquellen von hoher Flächenhelle (Bogenlampen, Gasfüllungslampen), sowie zum Schutze des Auges bei Betrachtung von Sonnenfinsternissen und beim Begehen hell leuchtender Schnee- und Eisfelder. Für praktische Beleuchtungszwecke wären aber solche Gläser so unwirtschaftlich, daß man niemals an ihre Verwendung denken kann.

Von den verschiedenen Mitteln zur Verringerung der Flächenhelle stellt sich die Streuung des Lichtes besonders wegen ihrer Wirtschaftlichkeit als weitaus wichtigstes dar.

Bei unseren weiteren Betrachtungen beschränken wir uns auf die Streuung des durch einen Stoff hindurchgehenden Lichtes (diffuse Transmission).

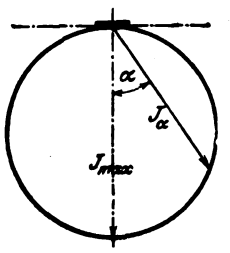


Abb. 1. Lichtverteilung eines Flächenelementes bei vollkommener Lichtstreuung.

Der Fall der vollkommenen Streuung (vollkommene Diffusion) des Lichtes liegt vor, wenn die Lichtstärke des leuchtenden Flächenelements mit dem Kosinus des Austrittswinkels abnimmt (Lamberts Kosinusgesetz). Die Lichtverteilungskurve des von einer kleinen Stelle des betreffenden Stoffes zerstreuten Lichtes ist dann ein Kreis (Abb. 1).

Es nimmt auch die scheinbare Größe der lichtstreuenden und dadurch scheinbar selbstleuchtenden Fläche (ihre „gesehene" Größe) mit dem Kosinus des Ausfallwinkels ab, so daß das Verhältnis der Lichtstärke zur gesehenen Größe der leuchtenden Fläche, d. i. die Flächenhelle, stets gleich bleibt, aus welcher Richtung man die Fläche auch betrachtet. Diese Eigenschaft vollkommen lichtstreuender Flächen, wie überhaupt aller Flächen, die nach dem Lambertschen Gesetz leuchten, ist von besonderer Bedeutung. Aus ihr folgt, daß auch die konvexe, lichtstreuende Oberfläche eines Körpers, aus irgend einer Richtung betrachtet, überall die gleiche Flächenhelle aufweist, so daß die Oberfläche nicht körperlich erscheint, sondern wie eine gleichmäßig leuchtende Scheibe (Abb. 2), deren Begrenzung die Projektion des Körpers auf die Ebene senkrecht zur Sehrichtung ist.

Die Verwendung der Streuung des Lichtes zur Verringerung der Flächenhelle künstlicher Lichtquellen fußt darauf, daß diese lichtstreuenden Stoffe auf ihrer ganzen Oberfläche gleichmäßig selbst zu leuchten scheinen. Durch die gegenüber der eigentlichen (primären) Lichtquelle wesentlich vergrößerte Oberfläche erfährt die Flächenhelle eine entsprechende Verminderung.

Verschiedene Stoffe (wie z. B. Milchglas) können praktisch als vollkommene Lichtstreuer gelten. Eine Kugel aus Milchglas erscheint dem Auge als gleichmäßig leuchtende Scheibe.

Es besteht bei einem lichtstreuenden Medium keine feste Beziehung zwischen dessen Flächenhelle und derjenigen der primären Lichtquelle. Bei gleichem, mit der Lichtstreuung verbundenen Lichtverlust erreicht dieses Verhältnis einen um so höheren Wert, je größer die Flächenhelle der primären Lichtquelle ist. Der Lichtverlust wird demnach nicht um so größer, je mehr die Flächenhelle verringert wird. Verhältnismäßig läßt sich daher bei den Lichtquellen großer Flächenhelle, z. B. den gasgefüllten Glühlampen, die Streuung des Lichtes am vorteilhaftesten anwenden. Bei diesen Lichtquellen ist aber gerade die durch die Streuung bewirkte Verringerung der Flächenhelle am notwendigsten.

Wenig angebracht ist es unter diesen Umständen, bei hoher Flächenhelle der primären Lichtquelle auf die Streuung des Lichtes mit Rücksicht auf den Lichtverlust zu verzichten. Mit 15 bis 30% ist der Lichtverlust gering in Anbetracht einer gleichzeitig stattfindenden Verringerung der Flächenhelle auf 0,01 bis 0,001 des ursprünglichen Wertes.

Die Flächenhelle der sekundären Lichtquelle ist ihrer scheinbaren Größe umgekehrt proportional. Es ist also nicht gleichgültig, ob etwa eine Glocke 20, 30 oder 40 cm Durchmesser hat. Beim kleineren Durchmesser kann die Flächenhelle den zulässigen Höchstwert

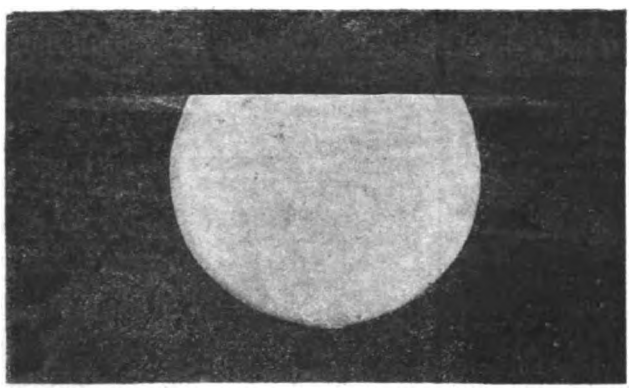


Abb. 2. Glocke aus vollkommen lichtstreuendem Glas.

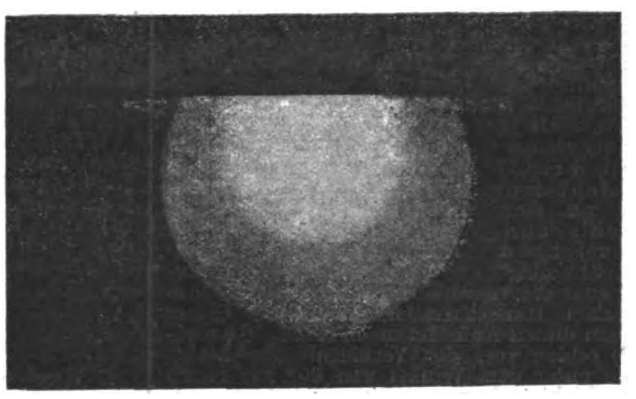


Abb. 3. Glocke aus unvollkommen lichtstreuendem Glas.

[1]) Gekürzte Fassung; vollständige Wiedergabe siehe „Journ. f. Gasbeleuchtg.", Bd. 60, S. 651.

[1]) Bell, „The Art of Illumination", New York 1902, S. 807.
[2]) „Journ. f. G. u. W." 1907, Bd. 50, S. 988, 1029, 1070.
[3]) „El. World" 1915, Bd. 66, S. 519.
[4]) „Trans. I. E. S." 1916, Bd. 11, S. 38.
[5]) Gibianski, D. R. P. 196876.

Digitized by Google

schon überschreiten, während das Auge bei den Glocken größeren Durchmessers, eben infolge der kleineren Flächenhelle, nicht geblendet wird.

Deshalb muß die Größe jeder lichtstreuenden Lampenumhüllung in einem gewissen Verhältnis zu der Größe bzw. zu der Lichtstärke der darin befindlichen Lichtquelle stehen. Man verkennt die lichttechnische Aufgabe einer lichtstreuenden Glocke, wenn man sie als „Universalarmatur" verwenden will, mit weitgehender Verstellbarkeit der Fassung für Gasfüllungslampen von 75 bis 3000 Watt!

Es hat auch keinen Wert, eine lichtstreuende Glocke so klein zu wählen, daß die Glühlampe gerade noch Platz findet. Häufig wird die Flächenhelle dann zu groß werden. Aus dem gleichen Grunde würde ein vollkommen lichtstreuender Überzug auf Glühlampen die Flächenhelle nicht genügend verringern, infolge der für diesen Zweck unzureichenden Größe der Glühlampenglocken. Eine unvollkommene Streuung, wie sie bei der ausschließlich gebrauchten Mattierung auftritt, verschlimmert diese Verhältnisse noch. Daher überschreitet die Flächenhelle mattierter Glühlampen stets die obenerwähnten Höchstwerte.

Glocken aus Stoffen, die das Licht nur unvollkommen streuen, haben anderes Aussehen als Glocken mit vollkommener Streuung des Lichtes. Die Lichtquelle wird dem Auge nicht vollständig verborgen; an ihre Stelle tritt ein unscharf begrenzter Fleck von hoher Flächenhelle, die dann nach den Rändern der Glocke zu abfällt (Abb. 3). Es trifft nur für die vollkommen lichtstreuenden Stoffe zu, daß die Flächenhelle ihrer Oberfläche, aus welcher Richtung auch betrachtet, unverändert bleibt. Bei der unvollkommenen Lichtstreuung ist die Indikatrix, die Lichtverteilungskurve der Diffusion, kein Kreis, sondern eine langgestreckte Kurve, und die Charakteristik, das Polardiagramm der Flächenhelle, ist auch kein Halbkreis, wie bei der vollkommenen Lichtstreuung. Die Flächenhelle nimmt daher bei unvollkommener Lichtstreuung mit zunehmendem Ausfallswinkel ab. Tragen wir die Flächenhellen, die wir auf dem Durchmesser einer lichtstreuenden Glocke beobachten, in rechtwinkligen Koordinaten auf, so erhalten wir das Flächenhellediagramm. Für eine vollkommen lichtstreuende Glocke ist dieses Diagramm ein Rechteck. Abb. 4 gibt Flächenhellediagramme für Glocken aus verschiedenen Glasarten wieder. Je unvollkommener ein Glas das Licht streut, um so gr. ßer ist das Verhältnis zwischen dem Maximum der Flächenhelle in der Mitte der Glocke und den geringen Werten der Flächenhelle an deren Rand.

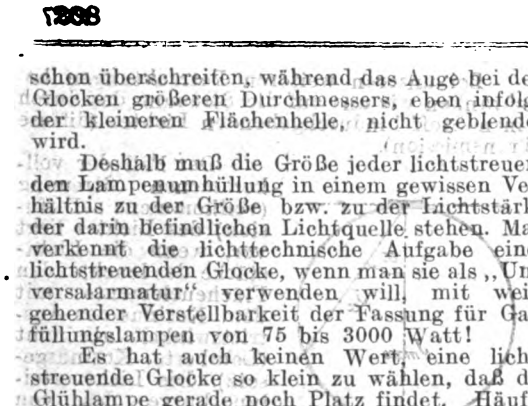


Abb. 4. Verteilung der Flächenhelle bei lichtstreuenden Glocken.

Der Unterschied, den die in der Lichttechnik als sekundäre Lichtquelle benutzten Stoffe in bezug auf die Lichtstreuung aufweisen, hat schon früh zu dem Wunsch geführt, das verschiedene Verhalten eindeutig zu kennzeichnen. Ausdrücke, wie „vollkommene Streuung" und „unvollkommene Streuung" oder die verschiedenen, z. T. sehr phantastischen Handelsnamen für solche Gläser genügen diesen Anforderungen nicht. Chwolson[1]) schlug vor, das Verhältnis der Lichtstärke unter dem Winkel von 60° zur maximalen Lichtstärke (senkrecht zur lichtstreuenden Fläche) zu verwenden. Versuche, die Form der Indikatrix selbst durch eine Zahl zu kennzeichnen, sind von Angström und von Sumpner gemacht worden. Ersterer[2]) ging bei der Untersuchung der „Diffusion der strahlenden Wärme von ebenen Flächen" von der Voraussetzung aus, daß die Indikatrix eine je nach dem Grade der Streuung verschieden lang gestreckte Ellipse sei, die bei vollkommener Streuung in einen Kreis übergeht. Das Verhältnis der kleinen zur großen Ellipsenachse kann dann zur eindeutigen Kennzeichnung der Ellipse und damit der Lichtstreuung benutzt werden. Sumpner[1]) wollte dagegen die Indikatrix durch eine Kurve von der Gleichung

$$J_\alpha = J_{\max.} \cdot \cos^n \alpha$$

darstellen. Für die vollkommene Streuung des Lichtes wäre $n = 1$ (Lamberts Gesetz), für unvollkommene Streuung wäre $n > 1$. Die Indikatrix der Lichtstreuung weist jedoch zu große Unterschiede in der Form auf, um sie stets durch dieselbe Gleichung mit verschiedenen Konstanten oder Exponenten darstellen zu können.

Bessere Aussichten für die Kennzeichnung der Lichtstreuung bietet nun die Verwendung des Lichtstromdiagramms (Rousseau-Diagramm). Für die vollkommene Streuung nach dem Lambertschen Gesetz erhält dieses Diagramm die einfache Gestalt eines Dreiecks von halber Diagrammhöhe.

Wird der gleiche Lichtstrom nicht vollkommen, sondern unvollkommen gestreut, so ist, wie sich aus der Indikatrix (Abb. 5) ergibt, die Lichtstärke senkrecht zur Streufläche und in dem benachbarten Winkelgebiet größer als die entsprechenden Werte bei vollkommener Streuung. Für größere Winkel ist die Lichtstärke dagegen kleiner. In einem Punkt müssen sich die Kurven schneiden. (Diesen Punkt, bzw. den zugehörigen Winkel hat Obermayer[2]) zur Kennzeichnung der Lichtstreuung von Projektionsschirmen vorgeschlagen.) Die entsprechenden Lichtstromdiagramme zeigt Abb. 6. $J_{max.}$ ist die maximale Lichtstärke bei vollkommener Streuung, $J'_{max.}$ die wesentlich größere maximale Lichtstärke bei unvollkommener Streuung.

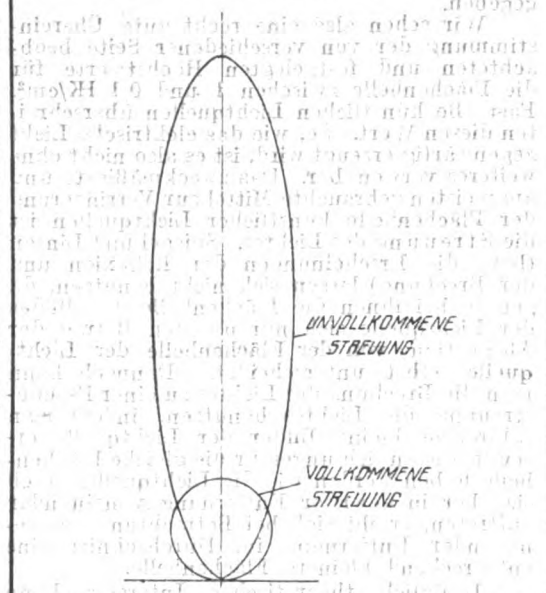


Abb. 5. Lichtverteilungskurven bei vollkommener und bei unvollkommener Streuung (gleiche Lichtströme).

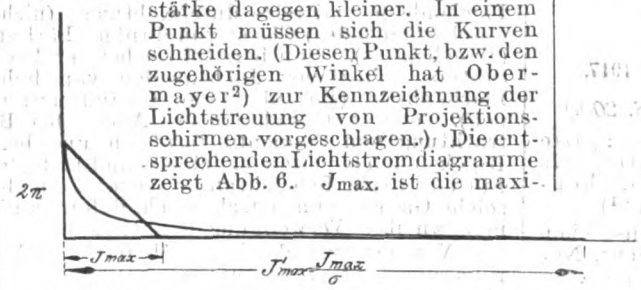


Abb. 6. Lichtstromdiagramme gleichen Inhalts bei vollkommener und bei unvollkommener Streuung.

Das Verhältnis dieser beiden Größen, unter der Voraussetzung, daß der Lichtstrom in beiden Fällen der nämliche ist, sei als Lichtstreuvermögen (σ) zur Kennzeichnung der Streuung des Lichtes vorgeschlagen.

Es ist also:

$$\sigma = \frac{J_{\max.}}{J'_{\max.}} \text{ bei } \Phi = \Phi'.$$

Werden die Ordinaten, welche horizontal verlaufend im Lichtstromdiagramm die Lichtstärken bei unvollkommener Streuung darstellen, alle mit dem Lichtstreuvermögen σ (< 1) multipliziert, so erhalten wir das ausgezogene Lichtstromdiagramm in Abb. 7, das, der Ordinatenverkürzung entsprechend, durch seine Fläche den Lichtstrom $\sigma \cdot \Phi$ darstellt.

Da das Diagramm des vollkommen gestreuten Lichtstroms Φ unverändert geblieben ist, verhält sich jetzt bei gleichem $J_{max.}$ der Lichtstrom der unvollkommenen Streuung zu dem der vollkommenen Streuung wie

$$\frac{\sigma \cdot \Phi}{\Phi} = \sigma.$$

Das Lichtstreuvermögen σ ist also, wenn die maximale Lichtstärke in beiden Fällen gleich ist, das Verhältnis des unvollkommen gestreuten Lichtstromes zu dem vollkommen gestreuten Lichtstrom. Je unvollkommener die Streuung des Lichtes erfolgt, um so kleiner wird der Flächeninhalt des entsprechenden Lichtstromdiagramms in Abb. 7 sein und um so kleiner auch das Lichtstreuvermögen σ.

Das Lichtstreuvermögen σ ist ferner das Verhältnis des von einem lichtstreuenden Flächenelement ausgesandten Lichtstromes zu dem Lichtstrom, der bei vollkommener Lichtstreuung vorhanden sein würde, und der sich durch Multiplikation von $J_{max.}$ mit π ergibt.

Für die vollkommene Streuung ist $\sigma = 1$. Findet keine Streuung statt, so ist die Diagrammfläche des zerstreuten Lichtes 0 und $\sigma = 0$.

Die Amerikanische Beleuchtungstechnische Gesellschaft hat als Einheit für die Flächenhelle das Lambert vorgeschlagen[1]). Die Angabe einer Flächenhelle in Lambert entspricht jedoch nicht unserer Flächenhelle, in HK, sondern es ist ein Lichtstrom, u. zw. der Lichtstrom der vorhanden wäre, wenn die Fläche, deren maximale Flächenhelle gemessen wird, das Licht vollkommen streute. Dieser Lichtstrom wäre

$$\Phi = \pi \cdot J_{\max.}$$

Bei vollkommener Streuung wäre dieser Lichtstrom in der Tat vorhanden. Die Flächenhelle in Lambert würde in diesem Falle der spezifischen Lichtstrahlung $\left(\frac{Lm}{cm^2}\right)$ entsprechen. Bei unvollkommener Streuung ist dieser Lichtstrom aber nicht vorhanden, sondern nur ein Lichtstrom in der Größe $\sigma \cdot \Phi$, so daß

$$\sigma = \frac{\Phi}{\pi \cdot J_{\max.}}$$

oder auf das cm² bezogen:

$$\sigma = \frac{\text{wirklicher Lichtstrom/cm}^2}{\text{scheinbarer Lichtstrom/cm}^2}.$$

Die oben als Lichtstreuvermögen definierte Größe ist also auch das Verhältnis der spezifischen Lichtstrahlung zur Flächenhelle in „Lambert".

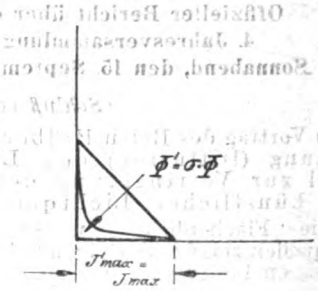


Abb. 7. Lichtstromdiagramm.

Art des Stoffes	Dicke	Beobachter	Lichtstreuvermögen
Milch- od. Opalglas	3 mm mattiert	Uppenborn-Monasch	0,925
Milch- od. Opalglas	1,8 mm 2-mal mattiert	Voege	0,915
Milch- od. Opalglas	3 mm	„	0,900
Marmor	—	„	0,892
Opalglas	1,5 mm	Luckiesh	0,887
Opalüberfangglas	0,75 mm	„	0,870
	0,16 mm	Chwolson	0,706
Opaleszent mattiert	6 mm	Luckiesh	0,567
Klarglas mattiert	1,8 mm	Uppenborn-Monasch	0,530
Opaleszent	6 mm	„	0,284
Klarglas 2-seitig mattiert	—	Luckiesh	0,190
Klarglas mattiert	3 mm	Voege	0,154
Klarglas mattiert	—	Luckiesh	0,097
Kathedralglas . .	—	Edwards	0,054

[1]) „Bull. Acad. St. Petersburg", 1887, Bd. 31, S. 214.
[2]) „Wied. Ann.", 1885, Bd. 26, S. 253.

[1]) „Phil. Mag.", 1893, Bd. 35, S. 81.
[2]) „Phot. Korresp.", Bd. 47, 1910, S. 66.

[1]) „ETZ" 1918, S. 240.

Digitized by Google

$$\sigma = \frac{\text{Lumen}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{Lambert}}}.$$

Die vorstehende Zusammenstellung enthält das Lichtstreuvermögen für eine Anzahl lichtstreuender (durchscheinender) Stoffe, deren Indikatrix in der lichttechnischen Literatur veröffentlicht ist:

Herr Bloch macht in der Erörterung zu diesem Vortrage darauf aufmerksam, daß der von Herrn Halbertsma vorgeschlagene Begriff des Streuvermögens auch in ganz einfacher Weise aus der Lichtverteilungskurve des zerstreuenden Körpers abgeleitet werden kann, ohne daß hierzu das Rousseausche Diagramm und der Lichtstrom herangezogen werden muß. Das Streuvermögen ist nämlich gleich der tatsächlichen, mittleren, sphärischen Lichtstärke (berechnet aus der Lichtverteilungskurve), dividiert durch diejenige mittlere sphärische Lichtstärke, welche erhalten würde, wenn die Lichtverteilungskurve bei gleichem Maximalwert dem Kosinusgesetz genau entsprechen würde. Letztere ist gleich dem 4. Teil des Maximalwertes, und deshalb ist das Streuvermögen (σ) auch gleich der vierfachen mittleren sphärischen Lichtstärke, dividiert durch die maximale Lichtstärke der Lichtverteilungskurve des zerstreuenden Körpers.

$$\left(\sigma = \frac{4 J_\bigcirc}{J_{\max.}}\right)$$

(Brieflicher Zusatz:) Folgt die Lichtverteilungskurve dem von Herrn Halbertsma erwähnten einfachen Gesetze $J = J_{\max.} \cdot \cos^n \alpha$, so ist ihre mittlere sphärische Lichtstärke $J_\bigcirc = \frac{J_{\max.}}{2(n+1)}$, und das Streuvermögen ist dann

$$\sigma = \frac{2}{n+1}.$$

Herr Halbertsma erwiderte hierauf folgendes: Die Ableitung des Lichtstreuvermögens mit Hilfe des Lichtstromdiagramms (Rousseaudiagramm) habe ich deshalb bevorzugt, weil sich das Lichtstreuvermögen unmittelbar aus diesem Diagramm ergibt, während man bei der sonst erforderlichen Berechnung der mittleren räumlichen Lichtstärke aus der Lichtverteilungskurve doch stets auf ein rechnerisches oder graphisches Hilfsverfahren zurückgreifen muß, welches an die von Rousseau gegebene Konstruktion anknüpft. Diesen Umweg erspart man sich, wenn man direkt das Lichtstromdiagramm verwendet.

Erweitert man in der von Herrn Bloch angegebenen Gleichung

$$\sigma = \frac{4 J_\bigcirc}{J_{\max.}}$$

die rechte Seite mit π, so gelangt man, da $4\pi J_\bigcirc = \Phi$, zu der in meinem Vortrage schon erwähnten Gleichung für das Lichtstreuvermögen

$$\sigma = \frac{\Phi}{\pi J_{\max.}}.$$

Zu dem brieflichen Zusatz des Herrn Bloch bemerkt Herr Halbertsma: σ läßt sich für die Gleichungen der Indikatrix sowohl nach Angström als nach Sumpner, auf analytischem Wege berechnen. In einer demnächst in „Elektrotechn. u. Maschinenb.", Wien, erscheinenden ausführlichen Arbeit über die Lichtstreuung habe ich diesen Gegenstand eingehender behandelt. Das von Herrn Bloch genannte Lichtstreuvermögen

$$\sigma = \frac{2}{n+1}$$

ergibt sich ohne weiteres aus der für die Sumpnersche Indikatrix geltenden Gleichung

$$\Phi = \frac{2\pi}{n+1} \cdot e \cdot s,$$

worin e die Flächestelle und s die Größe der streuenden Fläche. Diese Berechnung von Φ ist seinerzeit von Sumpner in seiner Abhandlung „Phil. Mag.", Bd. 35, 1893, S. 97, schon durchgeführt worden, sie ist auch in Liebenthal, „Praktische Photometrie" auf S. 90 erwähnt.

Schluß: 7½ Uhr.

Nach Beendigung der Verhandlungen vereinigte sich ein Teil der Mitglieder zu einer zwanglosen Nachsitzung im Restaurant „Luitpold" zu Charlottenburg.

E. Warburg. Liebenthal.

Vorstand, Ausschuß und Kommissionen.

Vorstand: Vors. Warburg, Stellvertr. Vors. Lummer u. Haber, 1. Schriftf. Liebenthal, 2. Schriftf. Krüß, Schatzm. Schaller, Vors. d. Aussch. Strecker.

Außerdem können vom Vorsitzenden hinzugezogen werden: G. Dettmar, als Vertreter des Verbandes Deutscher Elektrotechniker u. K. Bunte, als Vertreter des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern.

Ausschuß: Strecker (Vors.), Martens (stellv. Vors.), Eitner, Krey, Mohr, Schmidt & Haensch (Bechstein), Siemens & Halske (Oberingenieur v. Buol), Ubbelohde, L. Weber, W. Wedding.

6 Mitgl. d. V. D. E.: L. Bloch, W. Meng, Monasch, Norden, Ulbricht, Utzinger.

6 Mitgl. des D. V. G. W.: H. Bunte, Drehschmidt, Fischer, E. Körting, Lang, Max Mayer.

Kommissionen: I. „Einheit der Lichtstärke." Warburg (Vors.), Brodhun, H. Bunte, Eitner, Krüß, Kusminski, Passavant, Siemens & Halske, (A. Meyer), Teichmüller, Terneden, Ulbricht, Wedding.

II. „Nomenklatur": Strecker (Vors.), Brodhun, Eitner, Haber, Krüß, Liebenthal, Monasch, Teichmüller.

III. „Meßmethoden": Brodhun (Vors.), Allg. Elektr. Ges. (Norden); Bloch, H. Bunte, K. Bunte, Drehschmidt, Eitner, Hartmann & Braun (Franz Braun), Heyck, Krüß, Liebenthal, Martens, Ott, Paulus, Remané, Schmidt & Haensch (Bechstein), Siemens & Halske (A. Meyer, zunächst als Gast), Utzinger, Voege, Wedding, Carl Zeiß (Löwe).

IV. „Praktische Beleuchtungsfragen": Lux (Vors.), Bloch, Drehschmidt, Eitner, Halbertsma, Lempelius, Meng, Monasch, Norden, Schmidt & Haensch (Bechstein), Schumann, Wedding.

Selbsttätige Feuerlöschvorrichtung für Transformatoren- und Ölschalterräume.

Die Siemens & Halske A.G. hat in Verbindung mit der Fabrik explosionssicherer Gefäße in Salzkotten eine Feuerlöschvorrichtung für Ölbrände in Transformatoren- und Schaltzellen entworfen, die sie kürzlich einem Kreise von Fachleuten vorführte. Charakteristisch an diesem System ist die Verwendung gasförmiger Kohlensäure als Löschmittel, welche bei Ausbruch eines Brandes, also im Augenblick der Gefahr, durch völlig selbsttätige Inbetriebsetzung der Löschvorrichtung erzeugt wird, unter gleichzeitiger Bekanntgabe des Brandherdes. Als Meldevorrichtung dienen selbsttätige Feuermelder (Automaten), die in den zu schützenden Räumen untergebracht sind. Sie betätigen bei plötzlichen Temperatursteigerungen von gefährlicher Höhe Signalstromkreise und lösen unter Vermittlung von Relais die Löschvorrichtungen aus.

Da die von der Siemens & Halske A.G. ausgeführten selbsttätigen Feuermelder im allgemeinen bekannt sein dürften, so sei nur kurz erwähnt, daß der hier zur Verwendung kommende Melder aus einem U-förmig gebogenen Blechstreifen besteht, welcher aus zwei verschiedenen Metallen zusammengesetzt ist, die bei einem Druck von etwa 100 kg/cm² aufeinander gewalzt und geschweißt sind. Dieser Blechstreifen biegt sich bei Erwärmung infolge der ungleichen Ausdehnung der beiden Metalle sehr schnell auf, öffnet einen Kontakt und unterbricht auf diese Weise die zur Kontrolle des Leitungsnetzes dienende Ruhestromschaltung. Die weitere Ausgestaltung des Melders gestattet, unter Verwendung eines einfach ausgeführten Exzenters die Gradzahl, bei welcher der Kontakt geöffnet wird, vorher einzustellen, so daß also im Ruhestande zwischen der Höchsttemperatur im Raum und der Temperatur, welche die Kontaktöffnung bewirkt, ein entsprechender Spielraum liegt. Die Ausgestaltung des Melders ist eine derartige, daß die zuströmende Wärme von dem verhältnismäßig freiliegenden Blechstreifen sehr schnell angenommen wird. Es sei noch erwähnt, daß statt des Melders mit Einstellung auf eine bestimmte Temperatur, auch eine andere Ausführungsart zur Anwendung kommen kann, welche aus einem teilweise mit Quecksilber gefüllten, geschlossenen U-förmig gebogenen Glasrohr besteht. Die beiden freien Schenkel des Glasrohres sind von sehr verschiedener Wandstärke, so daß eine plötzlich auftretende Wärmesteigerung die Luft in dem einen Schenkel stärker ausdehnt als in dem anderen und dadurch eine Veränderung des Quecksilberspiegels hervorbringt, wodurch wiederum Kontakte geöffnet werden. Selbstverständlich wird die Schaltung so gewählt, daß Leitungsstörungen gleichviel welcher Art selbsttätig angezeigt werden, ohne daß hierbei die Löschvorrichtung in Tätigkeit tritt.

Bei Ausbruch eines Brandes wird die zum Löschen benötigte Kohlensäure in einem Entwicklungsapparat durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Pottaschelösung in genügender Menge und Schnelligkeit erzeugt und in den gefährdeten Raum geleitet. Mit Rücksicht auf die Kosten der Anlage kann für mehrere zu schützende Räume ein gemeinsamer Kohlensäure-Entwicklungsapparat vorgesehen, der an eine durch selbsttätig verschließbare Klappen unterteilte Rohrleitung angeschlossen ist. Alles Nähere ergibt sich aus der schematischen Darstellung in Abb. 1. In der Transformatorenzelle sind über dem Transformator der selbsttätige Feuermelder und das Kohlensäure-Zuführungsrohr angebracht. Der angeeigneter Stelle aufgestellte, mit Blei ausgekleidete Kohlensäureentwickler enthält eine entsprechend bemessene Menge Pottaschelösung und ein exzentrisch gelagertes Gefäß mit Schwefelsäure, welches bei Ansprechen der selbsttätigen Melder durch eine elektromagnetische Auslösevorrichtung gekippt wird. Die Ausflußöffnungen des Schwefelsäuregefäßes sind, um Wasseranziehung zu verhindern, mit Kugeln verschlossen und außerdem so bemessen, daß ein verlangsamtes Ausfließen der Säure stattfindet. Hierdurch wird eine zu heftige Gasentwicklung, die das Entwicklergefäß beschädigen könnte, vermieden. Die zu entwickelnde Gasmenge wird der Größe der zu schützenden Räume angepaßt. Es können z. B. 40 m³ Kohlensäure innerhalb 2 bis 3 min entwickelt und zugeführt werden. Diese Menge genügt vollauf zur Erzielung einer ausreichenden Löschwirkung in einem Raum von 100 m³ Inhalt. Gleichzeitig mit der Einleitung der Gasentwicklung werden durch den Feuermeldeautomaten noch folgende Funktionen selbsttätig verrichtet:

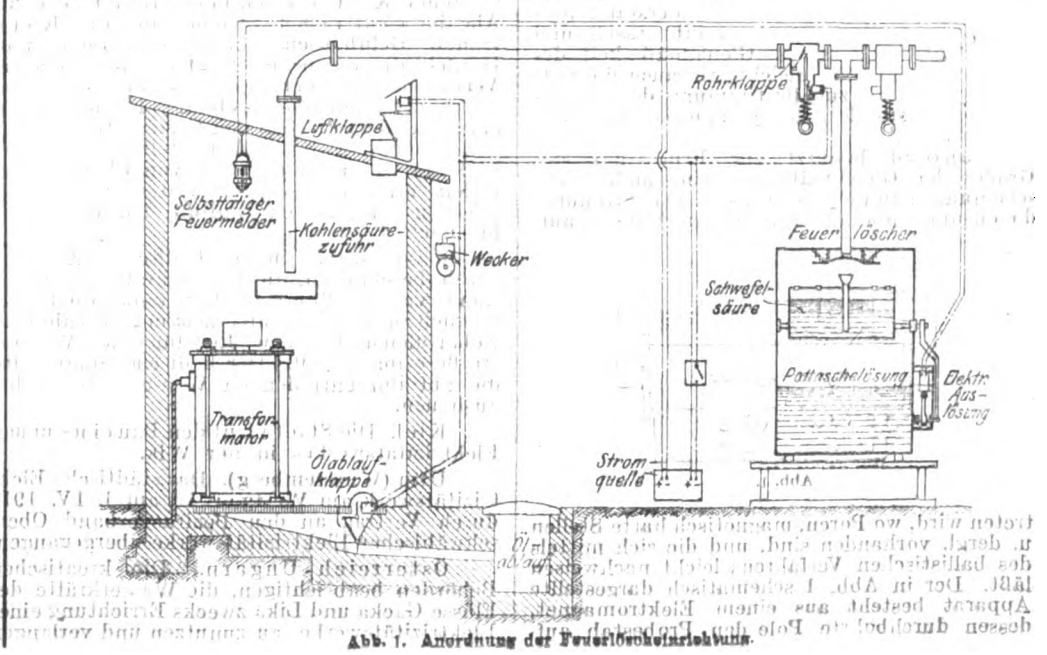


Abb. 1. Anordnung der Feuerlöscheinrichtung.

Digitized by Google

Die zu dem gefährdeten Raume führende Rohrleitung wird durch Betätigen einer Rohrklappe geöffnet. Die in der Decke des Raumes befindliche Luftklappe wird geschlossen. Ebenso wird die im Boden der Transformatorenzelle angebrachte Ölabflußklappe geschlossen, so daß die schwere Kohlensäure auf diesem Wege nicht austreten kann. Endlich wird noch unter Ertönen eines Weckeralarmsignals durch eine Fallklappe angezeigt, in welcher Zelle ein Brand ausgebrochen ist.

Das oben beschriebene Brandschutzsystem wird z. Zt. in der elektrischen Zentrale der Gutehoffnungshütte A. G., Abteilung Sterkrade, zur Anwendung gebracht, wo 6 Transformatorenzellen vorhanden sind. Die Anordnung ist hier so getroffen, daß bei Ausbruch eines Brandes stets die brennende Zelle und die beiden ihr benachbarten unter Kohlensäure gesetzt werden, um ein Übergreifen des Feuers auf die Nachbarzellen sicher zu verhindern. Der hierbei verwendete Entwickler erzeugt innerhalb 2 bis 3 min etwa 40 m³ Kohlensäure.

Bei der eingangs erwähnten Vorführung wurden in 3 benachbarten, gegen einander abgeschlossenen Räumen künstlich Öl- und Holzbrände hervorgerufen und durch Inbetriebsetzung des Kohlensäureentwicklers in wenigen Minuten gelöscht.

Einrichtungen wie die vorbeschriebene können ohne weiteres auch Verwendung finden zum Schutz von Kunstsammlungen, zum Schutz von Materialien, die durch Wasser zersetzt werden oder mit diesem chemische Verbindungen eingehen, zum Schutz von Lagerräumen für Öl und Farben und endlich zum Schutz der in Plankammern, Archiven, Bibliotheken, Modellagern usw. untergebrachten Gegenstände. Kurt Perlewitz.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Apparat zur Bestimmung der magnetischen Gleichmäßigkeit von Normalstäben.

R. L. Sanford. Scientific Papers of Bur. of Stand., Nr. 295, 1916.]

Eine der hauptsächlichsten Bedingungen für die magnetische Güte eines Materials ist seine Gleichmäßigkeit, und namentlich wird man bei Normalstäben, die zur Eichung von Meßapparaten u. dergl. dienen sollen, einen besonders hohen Grad von magnetischer Gleichmäßigkeit verlangen müssen. Nun kommt jede magnetische Ungleichmäßigkeit, welche entweder durch mehr oder weniger große Poren oder durch Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung hervorgebracht wird, in hohem Maße auch im spezifischen Widerstand zum Ausdruck; diese Tatsache wird nach dem Vorschlag von Ebeling seit vielen Jahren in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zum Nachweis von magnetischen Unstetigkeiten benutzt, indem man durch den Stab einen Strom von geeigneter Größe schickt und mittels zweier, in festem Abstand voneinander befindlicher und mit dem ballistischen Galvanometer verbundener Schneiden an verschiedenen Stellen des Stabes über seine ganze Länge hin den Spannungsabfall mißt, der ja bei gleichmäßigem Querschnitt des Stabes dem Widerstand proportional ist; das Verfahren gibt rasch und sicher ein Bild von der Gleichmäßigkeit des Materials und liefert gleichzeitig auch die notwendigen Daten zur Bestimmung des spezifischen Widerstandes, der ja zumeist auch von Interesse ist.

Sanford benutzt zur Ermittlung des Grades der Gleichmäßigkeit eine andere Erscheinung, nämlich die magnetische Streuung, die ebenfalls überall da in abnormer Weise auf-

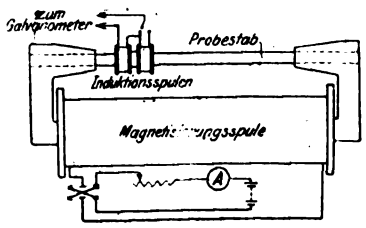


Abb. 1.

treten wird, wo Poren, magnetisch harte Stellen u. dergl. vorhanden sind, und die sich mittels des ballistischen Verfahrens leicht nachweisen läßt. Der in Abb. 1 schematisch dargestellte Apparat besteht aus einem Elektromagnet, dessen durchbohrte Pole den Probestab aufnehmen, der durch Klemmbacken befestigt wird. Über den Stab gleiten zwei mit dem ballistischen Galvanometer verbundene Induktionsspulen von 1 cm Länge und gleicher Windungszahl, deren Mitten in unveränderlichem Abstand von 2 cm gehalten werden. Steht nur eine Spule mit dem Galvanometer in Verbindung, so ist dessen Ausschlag beim Kommutieren des Magnetisierungsstromes proportional der an der betreffenden Stelle im Stabe vorhandenen Induktion; sind aber beide Spulen gegeneinander geschaltet, so entspricht der Ausschlag der Differenz des Induktionsflusses an den Stellen unter den beiden Spulen, und es läßt sich auf diese Weise durch Verschieben der Spulenkombination längs des Stabes ein Bild von der Gleichmäßigkeit gewinnen und die Streuung auch in Bruchteilen des gesamten Induktionsflusses auswerten. Harte und weiche Stellen machen sich als Unstetigkeiten im Verlauf der Kurve bzw. in Differenzen gegen den Mittelwert gerechnet, als Zacken bemerkbar.

Das Prinzip ist natürlich durchaus nicht neu, wohl aber könnte die ganze Anordnung auf den ersten Blick bestechen; bei genauerer Betrachtung jedoch erweist sie sich keineswegs als einwandfrei. Auch dann nämlich, wenn der Probestab vollkommen gleichmäßig ist, wird doch stets die Induktion in der Mitte am geringsten sein, da die Luft gewissermaßen einen Nebenschluß zu dem Eisenstab bildet, u. zw. wird die Abnahme der Induktion von der Länge und der Permeabilität des Stabes abhängen, also nicht nur von der magnetischen Güte des Materials, sondern auch von der Höhe der jeweiligen Induktion, d. h. der Erregung des Elektromagnets; sodann aber wird stets auch zwischen den Enden des Stabes und den benachbarten Polteilen eine Streuung stattfinden, die in erheblichem Maße von der Güte des magnetischen Schlusses durch die Klemmbacken abhängt und sich im allgemeinen von Fall zu Fall ändern wird. Jede derartige Streuung geht aber natürlich ebenfalls in die Messungen mit ein und läßt sich nur schwer vollständig berücksichtigen. Der Apparat ist also genau genommen nur zum Nachweis gröberer Unstetigkeiten brauchbar, nicht aber zum Nachweis stetiger Materialveränderungen, wie sie in größerem oder geringerem Maße fast bei jeder Probe vorkommen und bei der Widerstandsmethode sofort in Erscheinung treten, während man bei der beschriebenen Meßanordnung nicht ohne weiteres wissen kann, ob die beobachteten stetigen Änderungen von der Zusammensetzung des Stabes herrühren oder von den besonderen Verhältnissen der Meßanordnung. Diese Fehlerquellen werden sich auch durch naheliegende Verbesserungen in konstruktiver Hinsicht, wie Einführung von Kugelkontakten statt der Klemmbacken, Verlängerung der vertikalen Polstücke usw., doch nie ganz beseitigen lassen, und es ist daher die hiervon völlig freie, oben skizzierte Widerstandsmethode jedenfalls vorzuziehen. *Glch.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Von Elektrizitätswerken.

Fulda (Hessen-Nassau). In der Sitzung des Kreistages wurde dem Vertrage mit dem preußischen Staate über die Versorgung des Kreises Fulda mit Elektrizität aus dem Versorgungsgebiet der Mainkanalisation Offenbach-Hanau-Aschaffenburg zugestimmt. Das zu errichtende Kraftwerk soll in der Hauptsache zur Abgabe elektrischen Stromes für die Kreise Hanau, Gelnhausen, Schlüchtern, Fulda und Hünfeld dienen; beabsichtigt ist aber auch die Verbindung und der Zusammenschluß mit den Werken im Oberwesergebiet. Dadurch wird ein Ausgleich zwischen den beiden großen Werken ermöglicht. Nach Fertigstellung des Mainkraftwerkes wird ein System von Überlandzentralen mit gegenseitiger Unterstützung geschaffen sein, dessen Einfluß sich vom Main bis nach Bremen erstreckt.

Karlsruhe. In der badischen Kammer wurde beschlossen, die Wasserkräfte des Oberrheins von Straßburg bis Konstanz so bald wie möglich zur Elektrizitätserzeugung auszubauen, wobei gleichzeitig eine Regelung der Wasserstraße erfolgen soll. Der badische Staat wird die auf ihn entfallenden Wasserkräfte selbst ausbauen.

Kiel. Die Stadt plant den Bau eines neuen Elektrizitätswerkes in der Wik.

Ulm (Württemberg). Das städtische Elektrizitätswerk am Westgleis ist am 1. IV. 1918 durch Vertrag an den Bezirksverband Oberschwäbischer Elektrizitätswerke übergegangen.

Österreich-Ungarn. Die kroatischen Behörden beabsichtigen, die Wasserkräfte der Flüsse Gacka und Lika zwecks Errichtung eines Elektrizitätswerkes auszunutzen und verlangen vom Landtage Vollmacht, um die Vorarbeiten in Angriff nehmen zu können. Beide Flüsse sollen durch einen Kanal verbunden werden, wodurch sich 100 000 PS erzielen lassen[1]).

— In der letzten Sitzung des Bundes ungarischer Fabrikindustriellen wurde über die Vorarbeiten der Städte Szegedin, Arad und Temesvar für die Regulierung und Schiffbarmachung der Maros berichtet, womit gleichzeitig ihre Ausnutzung zur Erzeugung elektrischer Arbeit erfolgen soll. Der Plan, dessen Verwirklichung im Interesse des ganzen Landes liegt, soll dem Handels- und Ackerbauminister unterbreitet werden. *Hgn.*

Rußland. Nach einer Meldung der Petersburger Telegraphenagentur nahm der nationale wirtschaftliche Rat die Schaffung und Einrichtung von Elektrizitätswerken zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Newa, Wolchowja, Mukza, Swiri, Narowja und anderer Flüsse in Angriff. Es ist beabsichtigt, die gesamte Petersburger Industrie hiermit zu versorgen. Für Petersburg allein wird ein Sonderwerk an der Wolchowja mit 60 000 V errichtet werden.

Schweden. Die schwedische Regierung hat folgende Beträge für den Ausbau von staatlichen Wasserkräften bewilligt: 1,2 Mill. Kr für Erweiterung des Werkes Trollhättan, 2,55 Mill. Kr zur Errichtung eines Werkes bei Lilla Edet, 0,5 Mill. Kr zur Erweiterung des Werkes von Porjus und 1,5 Mill. Kr zur Erweiterung des Werkes am Luleelv, 1 Mill. Kr zur Erweiterung des Werkes von Vasterås, 1 Mill. Kr für weitere Wasserkraftwerke, 2 Mill. Kr zum Ankauf von Wasserfällen, 3 Mill. Kr für eine Verteilungsanlage für staatliche Kraftwerke und 1 Mill. Kr Darlehnsfonds für Elektrisierung des Landes.

Schweiz. Die Zentralschweizerischen Kraftwerke bewerben sich bei der Regierung des Kantons Schwyz um die Konzession zur Ausnutzung der Höhendifferenz zwischen dem Wasserspiegel des Vierwaldstätter- und dem Zugersee bei Küßnacht-Immensee zur Erzeugung elektrischer Energie, wo eine Landenge von 2 km Breite die beiden Seen trennt. Der Höhenunterschied beträgt etwa 20 m.

Berg- und Hüttenwesen.

Ein elektrischer Widerstandsofen zum Schmelzen in Tiegeln.

[Greenwood und Hutton. Engineering, Bd. 103, S. 288, 2 Sp., 2 Abb.]

Die Verfasser hatten eine Nickel-Silber-Legierung einzuschmelzen und sind nach Versuchen über Koks- und Gasheizung zu elektrischem Schmelzen übergegangen. Als Vorteile der elektrischen Heizung wurden angestrebt: reduzierende Atmosphäre, geringere Verunreinigung durch Schwefel, längere Lebensdauer der Tiegel, bessere Eigenschaften des erschmolzenen Metalles. Der Ofen ist in Abb. 2 und 3

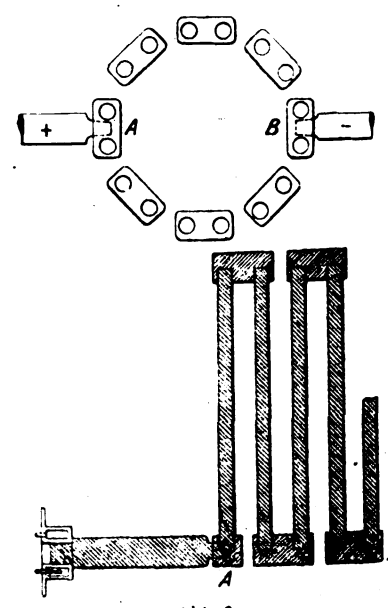


Abb. 2.

dargestellt. Nach Abb. 2 besteht der eigentliche Heizkörper aus 16 Kohlenstäben von 25,4 mm Durchmesser und 483 mm Länge, welche einen zylindrischen Raum von 330 mm Durchmesser umschließen und durch Graphitkörper abwechselnd oben und unten verbunden, also in Reihe geschaltet sind. Der Strom wird an zwei Stellen durch Kohlenstäbe *A* und *B* zugeführt. Diese haben an der Anschlußstelle der Stromzuleitung Wasserkühlung. Um die Kohlenstäbe

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 1250.

Digitized by Google

vor Oxydation zu schützen, wurden sie mit einem teigigen Gemenge von Karborundumsand und Wasserglas umgeben. Am besten bewährte sich die Anordnung nach Abb. 3, wonach nur die Kohlenstäbe mit nur wenig Zwischenraum für das Gemenge von Karbo-

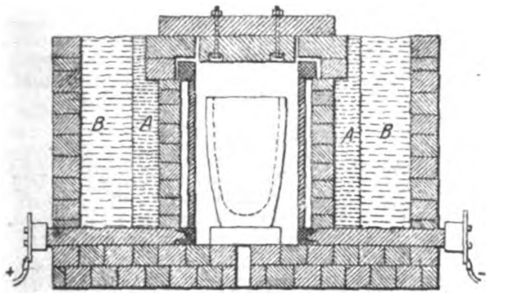


Abb. 3.

rundum und Wasserglas, mit einem Zylinder von entsprechend geformten Karborundumsteinen umgeben wurden, auf welche eine Schicht *A* von Karborundum- oder gewöhnlichem Sand und eine Schicht *B* von Karborundum folgte.

Die Schmelzen von je 41 kg der betreffenden Legierung führten zu folgenden Ergebnissen, wobei die erste Beschickung das Anheizen des Ofens einschließt:

Zeit h	Zeit min	Ampere	Volt	kW	Bemerkungen
—	—	200	64	12,8	Tiegel eingesetzt
0	30	240	71	17,0	
1	00	280	68	19,0	
1	30	300	64	19,2	
2	00	310	60	18,6	
3	00	310	60	18,6	ausgegossen
—	—	280	65	18,2	
0	30	290	63	18,2	
1	00	300	61	18,3	
1	35	300	61	18,3	ausgegossen

V. E.

Verschiedenes.

Erhöhung der Prüfgebühren der Reichsanstalt.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat, wie sie [illegible] ihre Prüfungsgebühren entsprechend [illegible] Selbstkosten erhöht und läßt die [illegible] Gebührenordnung am 1. Juli ds. J. in Kraft treten. Die Gebühren [illegible] in [illegible] Heften enthalten [illegible] nik. [illegible] 2. El: [illegible]; Heft 3: [illegible] Interessenten seitens der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt [illegible] kostenlos zugeschickt.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den [illegible] Verein sind an die Geschäfts[illegible] str. 106. [illegible])

Die [illegible] des Elektrotechnischen Vereins [illegible]

Dienstag, den 28. Mai 1918, abends 7½ Uhr im Hause [illegible] Ingenieure, [illegible]

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen. „[illegible] Körper als Leiter der Elektrizität."
2. Vortrag des Herrn Prof. Gildemeister:

Inhaltsangabe:

[illegible] Physiologie, [illegible] Elektrotechnik. — [illegible] — Bisher festgestellte Tatsachen: 1. Scheinbarer [illegible] Abhängigkeit von Elektroden [illegible] Kurzer [illegible] teil. [illegible] Meßspannung. 2. Scheinbarer Wechselstromwiderstand. Viel kleiner als Gleichstromwiderstand. Schlecht bestimmbares Minimum. Elektrostatische oder Polarisationskapazität? Versuche darüber. — Der wahre Widerstand. Größe der Polarisation. Ihre Theorie. Abhängigkeit von Elektrolyten. Hysterese. — Folgerungen. Notwendigkeit weiterer Forschungen.

3. Vortrag des Herrn Dr. K. Bangert: „Die physikalischen Grundlagen und die Technik der Elektrotherapie."

Inhaltsangabe:

Die klassischen Methoden der Elektrodiagnostik und Elektrotherapie (Galvanisation und Faradisation). Die Anwendung anderer Stromarten in der Elektrotherapie. Die physikalischen Grundlagen und die Erzeugung der in der Therapie verwendeten Ströme. Der galvanische Strom, der faradische Strom, der sinusfaradische Strom, die Hochfrequenzströme beim Arsonvalisations- und beim Diathermieverfahren. — Die elektromedizinischen Apparate, ihre Betriebsbedingungen, ihre Ausführung im Hinblick auf die Anforderungen der Medizin und auf die gültigen elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften. — Kurzer Überblick über die Lichttherapie und die Anwendung des elektrischen Stromes zur Erzeugung von Röntgenstrahlen.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär.
L. Schüler.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der Wechselstromtransformator im Bahnbetrieb.

Anläßlich der Besprechung meines gleichnamigen, 1917 in der „Schweiz. Bauzeitung" erschienenen Aufsatzes bemängelt auf S. 57 der „ETZ" 1918 der Berichter meinen Ansatz:

$$-dV_1 = K \cdot dW$$

als unrichtig und meint, ihn durch den Ansatz:

$$-dV_1 = K \cdot dW \cdot V_1^{4/3}$$

berichtigen zu sollen.

Darauf ist zu antworten, daß die Voraussetzungen, auf Grund welcher der Berichter seinen Ansatz ableitet, als weitaus wichtigste auch diejenigen enthalten, die für ganze Typenreihen auf die vom Berichter ebenfalls anerkannte Beziehung:

$$V_1 = \frac{C}{\sqrt[4]{E \cdot I}}$$

führen. Im Falle einer einzelnen, bestimmten Type, für die die „Fortschrittsgerade" festgestellt werden soll, müßte dann aber, wegen $E \cdot I$ = konstant, gelten:

$$V_1 = C' = \text{konstant}$$
$$dV_1 = 0,$$

womit für den weitaus wichtigsten Fall der Voraussetzungen die Ungültigkeit und überhaupt eine viel zu enge Fassung des Ansatzes

$$-dV_1 = K \cdot dW \cdot V_1^{4/3}$$

bereits nachgewiesen sind. Der vom Berichter begangene Fehler liegt offenbar darin, daß er Ansätze „innerhalb einer Typenreihe" anwendet, statt Ansätze, die für nur eine Type allein in Betracht kommen, damit für denselben der Einfluß von Änderungen der Verluste auf die Größe des aktiven Volumens untersucht werden könne; dabei gilt dann aber die vom Berichter immer noch angenommene Konstanz von $\frac{F_{ei}}{F_k}$, von $\frac{V_{ei}}{V_k}$ und von $\frac{B}{s}$ im allgemeinen nicht mehr, ebensowenig als dann noch von einer „Konstanten C" gesprochen werden kann.

Unzweifelhaft ist der von mir benutzte Ansatz

$$-dV_1 = K \cdot dW$$

nur angenähert zutreffend; bei dem geringen Spielraum, innerhalb dessen die „Fortschrittsgerade" überhaupt einer technischen Interpretation fähig ist, kommt es jedoch wenig darauf an, ob sie streng richtig ist, oder nur die angenäherte Mittellinie einer in Wirklichkeit krummen Linie darstellt; ein wertvolles Kriterium bleibt sie auch dann noch.

Endlich finde ich auch die Bemängelung der Beziehung

$$i_m = c_m \cdot w_{ei}$$

durch den Berichter etwas weitgehend. Durch die Wiedergabe der Kurve für die normale Veränderlichkeit von c_m über $E \cdot I$ dürfte in meinem Aufsatz hinreichend vorgesorgt sein, daß jene Beziehung nicht etwa überschätzt werde; anderseits ist ihr Wert zur Klarlegung der „Leerlaufstromfrage" doch unzweifelhaft groß, wie die ausgezeichneten Arbeiten von Vidmar erstmals gezeigt haben.

Zürich, 12. II. 1918. W. Kummer.

Auf S. 57 der „ETZ" 1918 äußert sich KORNDÖRFER gelegentlich der Besprechung einer Arbeit von W. Kummer folgendermaßen: „Es folgt dann eine Ableitung der von Vidmar eingeführten „Fortschrittsgerade *n*". Diese Ableitung ist jedoch unrichtig. Ferner sei darauf aufmerksam gemacht, daß die „Fortschrittsgerade" eine physikalische Unmöglichkeit ist. Man erhält keine Gerade, sondern eine Kurve dritter Ordnung, wie folgende Überlegung zeigt." Dieser etwas unklaren Äußerung kann der Unterzeichnete nur entnehmen, daß KORNDÖRFER seine (des Unterzeichneten) „Fortschrittsgerade" für eine „physikalische Unmöglichkeit" hält. Daß diese Kritik KORNDÖRFERs unbegründet ist, geht aus folgender Überlegung hervor.

Es liege ein gegebener Transformator vor. Er koste P M und habe V kW Verluste. Die Betriebskosten dieses Transformators sind einerseits dem Preis proportional, in ihrem zweiten Teile den Verlusten, denn sie setzen sich aus den Tilgungskosten des angelegten Kapitals und aus den Kosten der vernichteten Energie zusammen.

Wenn der Konstrukteur nach Fortschrittsmöglichkeiten sucht, und vom gegebenen Transformator aus, natürlich unter Beibehaltung der Leistung des Transformators, Konstruktionsänderungen untersucht, so geht er einen im allgemeinen unbekannten Weg. Zwei unendlich nahe nebeneinander liegende Konstruktionsmöglichkeiten unterscheiden sich durch den Unterschied dP der Anschaffungskosten und durch den Unterschied dV der Verluste bei Vollast. Die neue Konstruktion ist immer dann berechtigt, wenn die Mehrverluste billiger sind als die Preisersparnis. Im äußersten Falle darf die Abnahme der Tilgungskosten der Zunahme der Verlustkosten gleichkommen. Dieser äußerste Fall entspricht mit einer Konstanten K der Gleichung:

$$\frac{dP}{dV} = K.$$

Das ist schon die „Fortschrittsgerade". So ist sie auch in dem Buch „Moderne Transformatorenfragen" (Sammlung Vieweg) abgeleitet worden. Sie kennzeichnet den gerade noch zulässigen Weg des Fortschrittes.

Herr KORNDÖRFER gibt an der oben zitierten Stelle eine Ableitung an, die mit dem Gegenstand nichts gemeinsam hat. Er beschränkt sich auf eine Typenreihe, die er ganz richtig definiert. In dieser Typenreihe gibt es aber zu jeder Leistung nur eine Konstruktionsmöglichkeit, denn das Spiel mit den elektromagnetischen Beanspruchungen kommt nur in Frage, wenn unnatürliche Wirkungsgrade in Betracht kommen. Diese Frage hat der Unterzeichnete in seinem oben zitierten Buch ebenfalls behandelt. Wenn Herr KORNDÖRFER innerhalb einer Typenreihe findet, daß die Verluste der dritten Wurzel aus dem Gewicht des Transformators umgekehrt proportional sind, so hat er natürlich recht. Dies hat aber nicht im geringsten irgend etwas mit der vom Unterzeichneten eingeführten „Fortschrittsgeraden" zu tun.

Die Sache liegt derart klar, daß der Unterzeichnete fast annehmen dürfte, daß Herr KORNDÖRFER an der eigentlichen „Fortschrittsgeraden" nichts auszusetzen hat, daß er sich vielmehr bewußt oder unbewußt unklar ausdrückt. Aber gerade dieser Umstand erfordert eine unbedingte Klarstellung, weil er Nichteingeweihten ein falsches Urteil nahelegt.

Wien, 18. II. 1918. M. Vidmar.

Erwiderung.

Ich bin Herrn VIDMAR für seine Klarstellung dankbar. Es geht daraus hervor, daß die von ihm eingeführte Fortschrittsgerade selbstverständlich eine genaue Gerade ist. Daran ist gar kein Zweifel. Sein Buch „Moderne Transformatorenfragen" stand mir beim Studium der Arbeit von Herrn KUMMER leider nicht zur Verfügung, so daß ich übersah, daß letzterer die Fortschrittsgerade anders definierte wie Herr VIDMAR. Herr KUMMER gibt nunmehr selbst zu, daß sein Ansatz $-dV_1 = K \cdot dW$ nur angenähert zutrifft. Er ist aber unrichtig, denn Proportionalität zwischen der Volumenabnahme dV_1 und der Verlustzunahme dW besteht nicht. Eine allgemein gültige Beziehung zwischen den beiden Größen gibt es nicht. Will man mathematisch vorgehen, so bleibt nichts anderes übrig, als eine bestimmte Annahme über die Konstruktion zu machen, wie ich es auf Seite 57 dieser Zeitschrift getan habe, indem ich innerhalb einer Typenreihe den Fortschritt suchte. Das führte auf die Beziehung $-dV_1 = K\, dW\, V_1^{4/3}$. Eine andere Annahme würde eine andere Kurve ergeben. Vielleicht trägt die graphische Darstellung zur Verständigung bei. In Abb. 1 entspreche der Punkt P dem gegebenen Transformator. Die Fortschrittsgerade nach VIDMAR durch P sei die Linie AB. Die

Digitized by Google

Gleichung $W = \frac{K_7}{\sqrt[3]{V_1}}$ (Gl. 3 auf Seite 57 dieser Zeitschrift) ergibt die Kurve $A'B'$. Von P aus gerechnet, ist somit nur eine Fortent-

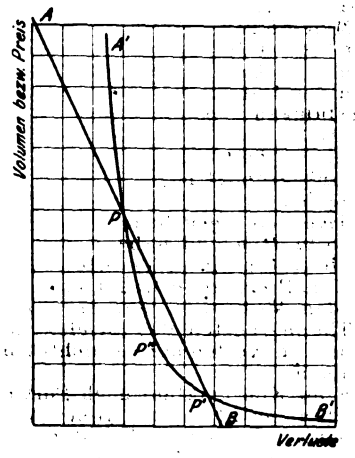


Abb. 1.

wicklung des Transformators auf der Kurve $A'B'$ bis P' ein Fortschritt. Der größte Fortschritt liegt offenbar im Punkte P'', dessen Tangente parallel zur Fortschrittsgeraden liegt. Von P'' aus gerechnet ist auf der angenommenen Typenreihe kein Fortschritt mehr möglich.

Berlin-Pankow, 29. IV. 1918.

M. Korndörfer.

LITERATUR.

Besprechungen.

Handbuch für Funkentelegraphisten. Lehr- und Übungsbuch auch für den Selbstunterricht. Von Otto Ohlsberg. Zweite durchgesehene Auflage. Mit 52 Abb., 14 Beilagen. XVI u. 275 S. in 8°. Verlag von R. v. Decker. Berlin 1918. Preis geb. 18 M.

Die Erfahrungen des Krieges haben die schon im Frieden erkannte Wichtigkeit der Funkentelegraphie für die gesamte Schiffahrt deutlich genug vor Augen gerückt. War schon vor dem Kriege Nachfrage nach Bordtelegraphisten vorhanden, so ist anzunehmen, daß mit Eintritt des Friedens die Funkentelegraphie auf Schiffen in viel ausgedehnterem Umfange verwendet werden wird, und daß die Zahl der Bordtelegraphisten und damit naturgemäß das Bedürfnis nach Lehrmitteln für deren Ausbildung erheblich steigen wird. So sehr danach ein Handbuch, das in einfacher und übersichtlicher Weise alles das an Wissen zusammenstellt, was der Bordtelegraphist zu seiner Tätigkeit braucht, und was er bei der staatlichen Prüfung nachweisen soll, zu begrüßen ist, so fragt sich doch, ob der Zeitpunkt für die Neuauflage des erstmalig im Jahre 1912 erschienenen Handbuchs glücklich gewählt worden ist. Der Verfasser sagt selbst in seinem Vorwort, daß die Kriegszeit verbietet, auf verschiedene neuere Geräte und Schaltungen einzugehen. Ein Lehrbuch aber, das schon beim Erscheinen nicht mit der Entwicklung des Lehrgegenstandes Schritt gehalten hat, kann seinen Zweck nicht vollkommen erfüllen.

Die Gliederung des Stoffes ist die gleiche geblieben, wie in der ersten Auflage[1]). Die Teile I bis III enthalten zwar mannigfache Irrtümer neben zahlreichen Druckfehlern; sie können aber immerhin als wertvolle Zusammenstellung aller für den praktischen Telegraphier- und Abrechnungsdienst in Frage kommenden Bestimmungen anerkannt werden. Bedenken dagegen erregt der Teil IV „Physik". Es mag dem Verfasser zugegeben werden, daß es nicht leicht ist, den ganzen Stoff, der hier in Betracht kommt, einem Laien auf 73 Seiten klar zu machen. Aber man müßte wenigstens erwarten, daß das, was nun wirklich gebracht wird, in verständlicher Form vorgetragen wird; das ist aber meistens nicht der Fall. Neben den Unklarheiten und Unrichtigkeiten stören zahlreiche, z. T. sinnverwirrende Druckfehler und falsche Formeln. Eine gründliche Umarbeitung dieses Teiles für eine spätere Neuauflage dürfte zu empfehlen sein. Der Preis des Werkchens — 18 M gegen 6 M bei der ersten Auflage — erscheint reichlich hoch. Nach Umfang, Inhalt und Ausstattung halte ich ihn nicht für angemessen.

C. Reipert.

[1]) Vgl. „ETZ" 1912, S. 497.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. Kolben & Co. in Prag.[1]) Nach dem Bericht über das Jahr 1917 erhöhten sich, trotzdem die Leistungen der Werkstätten, die nach wie vor größtenteils im Dienste der Heeresverwaltung arbeiteten, gegen das Vorjahr um ¼, und es steigerten sich die Liefersummen wesentlich. Dennoch konnte die Dividende nur von 9,5 auf 10% auf 6 Mill. K erhöht werden, da die allgemeinen Betriebskosten unverhältnismäßig gestiegen sind. Der Geschäftsgewinn einschl. Zinsen betrug 5,281 Mill. K (4,078 i. V.), Geschäftsunkosten betrugen 3,166 Mill. K (2,029 i. V.), Abschreibungen 0,636 Mill. K (0,708 i. V.), und es ergibt sich ein Reingewinn von 1,479 Mill. K (1,341 i. V.). Hiervon werden neben der oben erwähnten Dividende für Wohlfahrtszwecke 0,250 Mill. K (0,150 i. V.), für den Verwaltungsrat 0,166 Mill. K (0,146 i. V.), für Reserven 0,424 Mill. K (0,467 i. V.) angewiesen und 0,435 Mill. K (0,396 i. V.) vorgetragen.

In der mit 15,734 Mill. K (12 806 i. V.) abschließenden Bilanz betragen die Reserven 1,300 Mill. K (0,586 i. V.). Gläubigern mit 6,408 Mill. K (4,334 i. V.) stehen Schuldner mit 8,904 Mill. K (7,513 i. V.) gegenüber. Die Barmittel sind mit 0,053 Mill. K (0,034 i. V.) ausgewiesen, wozu noch an Gebäuden, Grundstücken und maschinellen Einrichtungen 2,663 Mill. K (2,835 i. V.) kommen. Fertige und halbfertige Erzeugnisse stehen mit 4,713 Mill. K (1,989 i. V.), die elektrische Zentrale Kladno mit 0,400 Mill. K (0,435 i. V.) zu Buch. *Hgn.*

Große Leipziger Straßenbahn, Leipzig[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 fand im März die Verschmelzung mit der Leipziger Elektrischen Straßenbahn statt. Die Zahl der beförderten, zahlenden Personen stellte sich auf 152,426 Mill. (130,818 i. V.), die Zahl der Wagenkm auf 28,522 Mill. (33,871 i. V.). Die Betriebskosten für 1 Wagenkm betrugen 33,5 Pf (23,7 i. V.). Einnahmen von 14,519 Mill. M (8,563 i. V.) stehen gegenüber Verwaltungs- und Betriebskosten von 9,582 Mill. M (5,486 i. V.), Zinsen von 0,676 Mill. M (0,433 i. V.), Rücklagen und Abschreibungen von 3,147 Mill. M (1,582 i. V.), und es ergibt sich ein Reingewinn von 1,114 Mill. M (1,062 i. V.). Hiervon sollen 5% Dividende (7½ i. V.) auf 19,4 Mill. M eingezahltes Aktienkapital (12 i. V.) gezahlt werden. Nach der mit 59,011 Mill. M (38,364 i. V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch Bahnbau und Konzession mit 18,902 Mill. M (11,710 i. V.), Grundbesitz und Gebäude mit 8,827 Mill. M (6,043 i. V.), Kraftwerke mit 1,900 Mill. M (1,840 i. V.), Stromzuführungsanlagen mit 4,531 Mill. M (3,139 i. V.), Wagenpark und Werkstätten mit 10,636 Mill. M (8,162 i. V.), Wertpapiere und Sicherheiten mit 7,281 Mill. M (4,450 i. V.), Vorräte mit 1,092 Mill. M (0,815 i. V.), Bankguthaben und Kasse mit 5,253 Mill. M (1,723 i. V.). Schuldnern mit 0,415 Mill. M (0,276 i. V.) stehen Gläubiger mit 1,629 Mill. M (1,140 i. V.) gegenüber. —*z.*

Hansa-Lloyd-Werke A.G., Bremen. Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen der Rohgewinn 9,777 Mill. M (6,779 i. V.), die Geschäftsunkosten einschl. Kriegsunterstützungen 2,553 Mill. M (2,068 i. V.), die Abschreibungen auf Anlagen 4,048 Mill. M (2,245 i. V.), der Reingewinn 3,176 Mill. M (2,466 i. V.). Es sollen hieraus 12% Dividende (12 bzw. 6 i. V.) auf 14 Mill. M Kapital gezahlt werden, für einen Wohlfahrtsfonds werden 0,25 Mill. M bereitgestellt, der Aufsichtsrat erhält 0,201 Mill. M (0,086 i. V.), vorgetragen werden 1,287 Mill. M (0,243 i. V.) Das Aktienkapital ist inzwischen auf 20 Mill. M erhöht worden. In der mit 42,968 Mill. M abschließenden Bilanz (30,470 i. V.) sind bewertet Grundstücke und Gebäude mit 6,127 Mill. M (5,102 i. V.), Anlagen, Maschinen, Werkzeuge, Geräte, Modelle, Patente und Mobilien mit 4,370 Mill. M (4,973 i. V.), Waren mit 21,939 Mill. M (14,003 i. V.), Effekten mit 1,554 Mill. M (2,462 i. V.), Kasse, Wechsel usw. mit 0,040 Mill. M (0,087 i. V.), Schuldnern mit 8,914 Mill. M (3,837 i. V.) stehen Gläubiger mit 20,389 Mill. M (7,038 i. V.) gegenüber. —*z.*

Vereinigte Zünder- und Kabel-Werke A.G., Meißen. Im Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 1,476 Mill. M (1,032 i. V.). Der Reingewinn 0,540 Mill. M (0,473 i. V.). Es wird eine Dividende von 30% auf 0,9 Mill. M (wie i. V.) vorgeschlagen.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 316.
[2]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 200.

Kraftwerk Glambecksee G. m. b. H., Kleingansen. Nach dem Bericht über das 5. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 238 924 M (164 747 i. V.) und der Reingewinn 140 688 M (112 388 i. V.). Es wird eine Dividende von 4% (3½ i. V.) auf 2,5 Mill. M verteilt. Erzeugt wurden 4,470 Mill. kWh (3,202 i. V.), von denen an die Überlandzentrale Stolp A. G. 4,147 Mill. kWh (2,917 i. V.) nutzbar abgegeben wurden. Die Kosten für die erzeugte kWh betrugen 0,63 Pf, für die verkaufte 0,679 Pf; vereinnahmt wurden für die verkaufte kWh 5,588 Pf.

Arbeitsmarkt.

März 1918[1]). Die Beschäftigung im Bau von Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren sowie von elektromedizinischen Apparaten war, ohne wesentlichen Unterschied gegenüber dem Vormonat, eine im ganzen recht gute. Gegenüber dem gleichen Monat des Vorjahres konnte bei zum Teil vermehrten Arbeitskräften ein besserer Geschäftsgang erzielt werden. Die Schwachstrom- und Starkstromindustrie hatten andauernd starke Nachfrage. Gegenüber dem Vormonat wie dem Vorjahr waren keine wesentlichen Veränderungen festzustellen. Auch die Industrie für Einrichtung elektrischer Anlagen verzeichnete einen unverändert guten Geschäftsgang; gegenüber dem Vorjahr wies sie keine wesentliche Veränderung auf. Die Kabelwerke hatten fast durchweg die gleiche Tätigkeit wie im Monat Februar. Gegenüber dem März 1917 wurde teilweise ein Rückgang des Beschäftigungsgrades gemeldet; auch hier stiegen die Löhne fortgesetzt.

130 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. IV. 1918 34 956 männliche (— 0,7% g. Vm.) und 50 263 weibliche (— 4,9% g. Vm.) Pflichtmitglieder. 18 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende März 1918 mit insgesamt 13 755 (+ 790 bzw. 6,1% g. Vj.)[2]) an; die Zahl der Männer ist um 58 auf 7810 gestiegen, die der Frauen hat um 734 zugenommen. Angaben von 17 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 11 606 Beschäftigte (+ 140 bzw. + 1,2% g. Vm.)[3]), darunter 6606 Männer (— 411); die Zahl der Frauen stieg um 557. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 420 Arbeitsgesuche vor, d. s. 37,6% der 1117 angemeldeten offenen Stellen (40% von 1075 i. Vm., 49,5% von 870 i. Vj.)[4]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 291. Auf Preußen entfallen 223 Arbeitsgesuche, d. s. 35,4% von 630 Arbeitsgelegenheiten (48% von 528 i. Vm.; 44% von 552 i. Vj.); 152 Stellen kamen hier zur Besetzung.

Firmenverzeichnis.

Radium-Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Wipperfürth. Gegenstand: Fabrikation und kaufmännischer Vertrieb elektrotechnischer Glühlampen sowie anderer elektrotechnischer Bedarfsartikel, Aufnahme und Vertrieb von anderen mit dem vorgenannten Unternehmen in Zusammenhang stehenden Geschäften.

Starkstromanlagen A.G., Berlin. Die Firma hat in Schlochau eine Zweigniederlassung errichtet.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Groß-Graben (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50). — Elektrizitäts-Verwertungsgenossenschaft m. b. H., Schönow (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Wabnitz, Kr. Oels (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50).

Änderungen in der Verwaltung. Niederlausitzer Kraftwerke A. G., Spremberg (Lausitz). In den Vorstand berufen: W. Graßhoff (an Stelle von F. Prüfer). — Elektrizitätswerk Unterelbe A. G., Altona. In den Vorstand berufen: A. Milich, Hameln i. W. Aus dem Vorstand geschieden: Dr. K. Waldmann.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. A.G. für Licht- und Kraftversorgung, Dresden: um 1,5 auf 2,5 Mill. M.

[1]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 4. Bericht über Februar vgl. „ETZ" 1918, S. 161.
[2]) Bei 348 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 11,1% bei 81 der Maschinenindustrie + 8,2% g. Vj.
[3]) Bei 8% Firmen verschiedener Geschäftszweige — 0,1% bei 87 der Maschinenindustrie — 0,4% g. Vm.
[4]) Für alle Fächer bei Männern 56% (58 i. Vm., 50,2 i. Vj.), bei Frauen 85% (98 i. Vm., 104 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.

Abschluß des Heftes: 18. Mai 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. O. Schmidt in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 30. Mai 1918. Heft 22.

Über die Beziehungen der Starkstromanlagen zu Schwachstromanlagen.

Von Dr. R. Fischer, Reichenbach (Vgtl.).

Übersicht. In der Schweiz sind die Beziehungen zwischen Starkstrom- und Schwachstromanlagen sowie die Beziehungen beider zu den Wegebesitzern im Laufe der Zeit verschiedentlich im Wege der Gesetzgebung geändert worden; gegenwärtig sind dabei wesentlich andere Gesichtspunkte maßgebend als in der jetzigen Gesetzgebung Deutschlands. Diese Entwicklung in der Schweiz wird im folgenden eingehender erläutert und beleuchtet.

Bis zum Jahre 1900 hatte die Reichs-Telegraphenverwaltung kein gesetzliches Recht, für ihre Linien die öffentlichen Wege und die privaten Grundstücke zu benutzen; in manchen Bundesstaaten gab es nur vereinzelte Verordnungen, die die Wegebenutzung für die Anlagen der Telegraphenverwaltung teilweise zu regeln versuchten. Privateigentümer und kommunale Wegebesitzer konnten damals der Ausbreitung der Telegraphen- und Fernsprechanlagen sehr viele willkürliche Schwierigkeiten in den Weg legen. Eine reichsgesetzliche Regelung der Wege- und Grundstücksbenutzung hat erst das Telegraphenwegegesetz von 1899 gebracht. Das im Jahre 1892 erlassene Telegraphengesetz hatte diese Fragen nicht geregelt, sondern — außer anderen Fragen — nur das Verhältnis elektrischer Anlagen zueinander, ohne jegliche Beziehung zur Benutzung von Wegen und Grundstücken, festgelegt. Nach § 12 dieses Telegraphengesetzes von 1892 sind „elektrische Anlagen, wenn eine Störung des Betriebes der einen Leitung durch die andere eingetreten oder zu befürchten ist, auf Kosten desjenigen Teils, welcher durch eine spätere Anlage oder durch eine später eintretende Änderung seiner bestehenden Anlage diese Störung oder die Gefahr derselben veranlaßt, nach Möglichkeit so auszuführen, daß sie sich nicht störend beeinflussen." Hiernach genießen vorhandene Anlagen den später kommenden gegenüber einen beträchtlichen Schutz und einen wesentlichen Vorzug. Es ist damit der Grundsatz der Priorität aufgestellt, wer zuerst da ist, ist ohne weiteres im Vorteil; es wird dabei keine Unterscheidung oder Abstufung gemacht etwa nach der öffentlichen Wichtigkeit der einen oder anderen Anlage, nach ihrer Ausdehnung, nach ihrer Unternehmungsform o. dergl. Die Privaten und auch viele Kommunen, die schon an sich der Wege- und Grundstücksbenutzung durch die Telegraphenverwaltung Schwierigkeiten in den Weg gelegt hatten, ließen sich durch die Aufstellung des strengen Prioritätsprinzips im Telegraphengesetz nun erst recht dazu bewegen, sich der Ausbreitung der Telegraphenanlagen auf ihrem Gebiete entgegenzustellen, damit sie sich nicht für etwaige eigene spätere Anlagen mit dem Nachteil des Späteren belasteten. In dieser Hinsicht hat das Telegraphengesetz nicht günstig gewirkt, und es hat die Schwierigkeiten so vermehrt, daß eine gesetzliche Regelung der Wege- und Grundstücksbenutzung durch die Telegraphenanlagen nun dringend erforderlich wurde, und daß man den Telegraphenanlagen ein gewisses Recht auf Mitbenutzung einräumen mußte.

Das Telegraphenwegegesetz von 1899, in Kraft getreten am 1. I. 1900, schuf das verlangte Recht der Telegraphenanlagen auf Mitbenutzung von Straßen und Grundstücken; alle öffentlichen Verkehrswege und auch der Luftraum über Privatgrundstücken ist damit der Telegraphenverwaltung zur Verfügung gestellt worden. Diese muß jedoch vor der Benutzung gewisse, im Gesetz näher vorgeschriebene, formelle Bedingungen erfüllen und hat auch materiell auf die eigentliche Bedeutung und die Hauptzweckbestimmung der Wege und Grundstücke sowie auf besondere Anlagen der Wegeunterhaltungspflichtigen eine im Gesetz ebenfalls festgelegte weitgehende Rücksicht zu nehmen. In den §§ 5 und 6 dieses Gesetzes ist das Verhältnis zwischen Telegraphenanlagen und besonderen Anlagen (z. B. Starkstromanlagen) und die Rücksicht, die die beiden Anlagearten aufeinander zu nehmen haben, festgelegt. Trotz allen Ausnahmen und Verklausulierungen ist aber auch im Telegraphenwegegesetz an dem Grundsatz der Priorität festgehalten dergestalt, daß im allgemeinen der vorhandene im Vorteil ist und der spätere mit Kosten und Schwierigkeiten belastet wird. Ganz so rein, wie im Telegraphengesetz von 1892 kommt hier allerdings der Prioritätsgedanke nicht mehr zum Ausdruck, denn sowohl im § 5 wie im § 6 nehmen die besonderen Anlagen auch dann eine Vorzugsstellung ein, wenn sie aus Gründen des öffentlichen Interesses, aus volkswirtschaftlichen oder Verkehrsrücksichten ausgeführt werden. Auch bei Telegraphenanlagen ist im § 6 noch eine Unterscheidung nach der erhöhten Wichtigkeit gemacht, indem den dem Orts-, Vororts- und Nachbarortsverkehr dienenden Anlagen geringere Rechte zugewiesen sind als den Anlagen, die dem wichtigeren, interlokalen Verkehr dienen.

In dem Telegraphenwegegesetz tritt also zu dem an sich grundsätzlich festgehaltenen Gedanken der Erstgeburt noch der Gedanke der erhöhten öffentlichen Wichtigkeit. Daraus ergibt sich, daß hiernach die Telegraphenanlagen — diese sind ja im allgemeinen die älteren, die vorhandenen Anlagen — nicht mehr so durchaus bevorzugt sind als nach dem Telegraphengesetz.

Die Telegraphenverwaltung hat durch das Telegraphenwegegesetz, trotz aller Einschränkungen, ein Recht zur Mitbenutzung der öffentlichen Wege und privaten Grundstücke und damit ein Recht an den Straßen erhalten. Die frühere Willkür privater oder anderer Wegebesitzer hat gänzlich aufgehört; das Telegraphen- und besonders das Fernsprechnetz hat sich seitdem mächtig entwickeln können. Den Starkstromanlagen ist ein gleiches, gesetzliches Recht an den Straßen bisher nicht gewährt worden, daher sind die Starkstromunternehmer heute noch so wie früher die Telegraphenverwaltung lediglich auf den guten Willen der Straßen- und Grundstücksbesitzer angewiesen. Dabei bringen letztere oft die kleinlichsten und nichtigsten Gründe vor, um den Starkstromanlagen die Ausbreitung zu erschweren oder um für die Benutzungserlaubnis möglichst hohe Entschädigung von den Unternehmern herauszuschlagen. Sollen an neue Starkstromanlagen die Anlieger selbst angeschlossen werden und dadurch Licht und Kraft erhalten, so werden zwar die Schwierigkeiten geringer sein, hinsichtlich der durchlaufenden Hochspannungsanlagen indessen fällt diese dem Eigennutz entspringende Rücksichtnahme weg. Und gerade solche durchlaufenden Hochspannungsanlagen sind im öffentlichen Interesse besonders wichtig. Je ausgedehnter die Versorgung mit Elektrizität wird, je weiter das Versorgungsgebiet der Zentralen sich ausdehnt, desto volkswirtschaftlich schädlicher wird der Mangel einer gesetzlichen, die Bedürfnisse des Starkstroms genügend berücksichtigenden Gesetzgebung, und desto berechtigter und dringender wird das Verlangen der beteiligten Kreise nach einer solchen gesetzlichen Regelung. Es sind schon mehrfach Vorschläge in dieser Hinsicht gemacht worden, teilweise schließen sie sich eng an die Bestimmungen des Telegraphenwegegesetzes an. Ohne auf diese Vorschläge näher eingehen zu wollen, muß doch die Frage dabei zur Erörterung gestellt werden, ob überhaupt das Telegraphenwegegesetz den durch den technischen Fortschritt und die Entwicklung veränderten Verhältnissen noch entspricht, oder ob es etwa geändert und erweitert werden muß. Außerdem genügt es nicht, daß den Starkstromanlagen das gesetzliche Recht an der Straße gewährt wird, sondern es bedarf noch der gesetzlichen Klärung und Festlegung der Beziehungen zwischen Starkstrom- und Schwachstromanlagen überhaupt, u. zw. einer Festlegung einheitlich für das ganze Reichsgebiet. Ist diese Klärung vorgenommen, dann erscheint es vielleicht ratsam, nicht ein Telegraphenwege- und ein Starkstromwegegesetz nebeneinander zu haben, sondern die Rechte der beiden elektrischen Leitungsanlagen in demselben Gesetz festzulegen und dabei auch ihre gegenseitigen Beziehungen und Rücksichten zu fixieren. Also zunächst Prüfung der Grundgedanken und der Bestimmungen des Telegraphenwegegesetzes und der Beziehungen zwischen Starkstrom- und Schwachstromanlagen.

Im Interesse einer solchen Prüfung liegt es, die Regelung in der Schweiz etwas näher zu beleuchten. Die Schweizer haben nach mannigfachen Änderungen jetzt einige prinzipielle Gesichtspunkte gesetzlich festgelegt, deren Berechtigung man nicht von der Hand weisen kann, und deren Übertragung auf unsere deutschen Verhältnisse zu prüfen wohl der Mühe wert ist.

In dem schweizerischen Bundesgesetz vom 26. VI. 1889, das die Herstellung von Telegraphen- und Fernsprechlinien regelte, waren auch Bestimmungen über Starkstromanlagen enthalten. Den Starkstromanlagen war darin vorgeschrieben, daß auch ihre Anlagen, ebenso wie die Schwachstromanlagen, vor der Ausführung der bundesstaatlichen Genehmigung bedürfen, und daß sie alle Pläne rechtzeitig vorher der Telegraphenverwaltung vorzulegen haben. Diese sorgt dafür, daß die Starkstromanlagen so ausgeführt werden, daß jede Gefährdung und Störung des Betriebes in den Telegraphenanlagen ausgeschlossen bleibt, und daß auch die zukünftige Entwicklung der Telegraphenanlagen nicht unmöglich gemacht wird. Nötigenfalls hat die Telegraphenverwaltung Schutzmaßnahmen auch an ihren eigenen Anlagen anzubringen. Wenn sich Schwierigkeiten bei den Verhandlungen zwischen Telegraphenverwaltung und Starkstromunternehmern ergeben und eine Einigung über die nötige Rücksichtnahme und über die Kostentragung und Anbringung der Schutzmaßnahmen nicht zustandekommt, dann entscheidet der Bundesrat.

Digitized by Google

Dieser kann sich erst sachverständige unparteiische Gutachten einfordern. Bei seinen Entscheidungen ist der Bundesrat jedoch an folgende gesetzlich festgelegten Grundsätze gebunden:

1. Schutzmaßnahmen an einer Neuanlage hat der Unternehmer der Neuanlage zu tragen;
2. wird durch die Neuanlage einer elektrischen Leitung, sei es eine Starkstromanlage oder eine staatliche Telegraphenlinie, die Änderung einer bestehenden Linie nötig, so hat in der Regel ausschließlich der Erbauer der Neuanlage die Kosten zu bestreiten. Ausnahmen davon kann zugunsten von Starkstromanlagen eintreten, die einem öffentlichen Zweck dienen;
3. in allen anderen Fällen hat jeder Teil die Kosten der an seinen eigenen Anlagen zu treffenden Maßnahmen zu tragen.

In diesem Gesetz von 1889 ist, ähnlich wie im deutschen Telegraphengesetz von 1892, der Grundsatz der Priorität scharf zum Ausdruck gebracht worden; wer zuerst da ist, hat den Vorteil, der spätere hat für Schutzmaßnahmen zu sorgen und die Kosten zu tragen. Die Bewegungsfreiheit, die die gesetzliche Festlegung dem Bundesrat bei seinen Entscheidungen noch gelassen hat, ist gering und nicht von Bedeutung.

Bei einer solchen Regelung der Beziehungen zwischen Starkstromanlagen und Schwachstromanlagen ist es, ebenso wie in Deutschland trotz der Ausnahmen des Telegraphenwegegesetzes, noch möglich, daß eine ganz nebensächliche und unwichtige Telegraphen- oder Fernsprechleitung, die nur einige Zweiganstalten des platten Landes mit der Kreisstadt verbindet, die daher nur geringen Verkehr hat und deswegen noch als Einfachleitung, mit Benutzung der Erde zu beiden Enden als Rückleitung betrieben wird, daß also eine solche Leitung der Errichtung einer wichtigen, weitreichenden und große Gebietsflächen mit Licht und Kraft versorgenden Starkstromanlage hinderlich im Wege steht, und die Starkstromanlage mit oft nicht unbeträchtlichen Kosten belastet, nur weil diese Schwachstromleitung zufällig früher entstanden ist. Ebenso kommt es auf der anderen Seite vor, daß eine nebensächliche Starkstromleitung rein örtlicher Natur der Ausbreitung wichtiger Fernsprechlinien entgegensteht und auf ihren Betrieb einen nachteiligen, störenden Einfluß ausübt. Diese Mißverhältnisse treten besonders dann scharf hervor, wenn einer der feindlichen Brüder engherzig nur seine eigenen Interessen im Auge hat, nicht die gegenseitige Bedeutung der Anlagen abzuwägen versteht und für die Bedürfnisse und die Berechtigung des anderen kein Verständnis und kein Entgegenkommen zeigt.

Die Mangelhaftigkeit, die die reine Durchführung des Rechts der Erstgeburt mit sich bringt, hat man in der Schweiz bald eingesehen. Man hat es mit zunehmender Entwicklung und Ausbreitung der Starkstromanlagen immer mehr für unbillig und ungerecht gefunden, daß allein der Zufall des früheren Bestehens maßgebend sein soll für die Bevorzugung, und daß dabei der verschiedenen öffentlichen Bedeutung nicht genügend Rechnung getragen wird. Es erschien auch nicht mehr richtig, daß Schutzvorkehrungen grundsätzlich an der neueren, der späteren Anlage angebracht werden sollen; dadurch werden die Kosten für solche Schutzvorkehrungen oft wesentlich höher, als wenn sie ohne Rücksicht auf die Priorität da angebracht werden, wo sie eben technisch am zweckmäßigsten und am wirksamsten sind und dabei doch auch die geringstmöglichen Kosten verursachen. Die Bevorzugungen des Gesetzes von 1889 kamen fast ausschließlich den Telegraphen- und Fernsprechanlagen zugute, denn diese waren ja meistens und fast überall die bereits vorhandenen. Diese einseitige Bevorzugung erschien um so ungerechter, als die stiefmütterlich behandelten Starkstromanlagen im Laufe der Jahre immer mehr an öffentlicher Wichtigkeit gewannen. Zwar wollte man im allgemeinen dem öffentlichen Charakter der staatlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen auch künftig Rechnung tragen, man bestrebte sich, die Regelung aber doch so zu treffen, daß eine Abwägung der beiderseitigen Anlagen nach ihrer öffentlichen Bedeutung und danach eine Verteilung der Kosten für die Schutzmaßnahmen möglich blieb.

Das Bundesgesetz vom 24. VI. 1902 hat dann das Gesetz von 1889 abgelöst. In dem neuen Gesetz hat man versucht, der entstandenen Ungleichheiten und Ungerechtigkeiten Herr zu werden und den erstrebten und erwünschten Ausgleich der Interessen der Schwachstrom- und der Starkstromanlagen herbeizuführen. Zunächst hat man durch das Gesetz von 1902 die Bevorzugung der Telegraphenanlagen insofern wesentlich eingeschränkt, als die weniger wichtigen Fernsprechleitungen lokaler Bedeutung, die nur Ortsverkehr zu vermitteln haben oder das platte Land mit ihrem Verkehrs- und Wirtschaftszentrum verbinden, und die noch als Einfachleitungen mit Erde als Rückleitung betrieben werden, von der Bevorzugung überhaupt ausgeschlossen werden; wenn in diesen Leitungen wegen der Nähe von Starkstromleitungen Störungen auftreten oder zu befürchten sind, so müssen sie zu Doppelleitungen unter Abschaltung der Erde ausgebaut werden, und die Kosten dafür hat allein die Telegraphenverwaltung zu tragen. Damit ist ein schwieriger Streitpunkt aus der Welt geschafft worden. Der Grundgedanke bei dieser Bestimmung ist der, daß eben eine Fernsprechleitung solange als unwichtig und nebensächlich angesehen werden muß, als für ihren Betrieb noch ein einfacher Draht mit Erdrückleitung ausreicht.

Im Weiteren bestimmt das neue Gesetz, daß grundsätzlich nicht mehr der spätere und nicht mehr derjenige, an dessen Anlagen die Schutzvorkehrungen angebracht werden, die Kosten des Schutzes zu tragen hat, sondern daß die gesamten, durch das Nebeneinanderbestehen der Schwachstrom- und Starkstromanlagen überhaupt notwendig werdenden Kosten für Schutzmaßnahmen, für Leitungsverlegungen usw. zusammengerechnet werden — sowohl das, was an den Schwachstrom- wie das, was an den Starkstromanlagen angebracht wird —; diese Gesamtsumme wird dann nach einem bestimmten, der wirtschaftlichen Bedeutung im allgemeinen entsprechenden Bruchteil auf die beiden zusammentreffenden Unternehmer verteilt. Die staatlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen genießen dabei insofern noch eine gewisse Bevorzugung, als von den Gesamtkosten nur $^1/_3$ auf sie fällt. Nach Art. 3 des Gesetzes stellt der Bundesrat die im allgemeinen erforderlichen, technischen Vorschriften über die Schutzmaßnahmen auf, die beim Zusammentreffen mehrerer Starkstromanlagen, oder mehrerer Schwachstromanlagen oder von Starkstromanlagen mit Schwachstromanlagen einzuhalten sind. Wird in Einzelfällen über die Art der Schutzmaßnahmen, über ihren Umfang, über die Art der Anbringung und über die Kostentragung zwischen den Parteien keine Einigung erzielt, so entscheidet der Bundesrat nach Einholung eines Gutachtens des durch dieses Gesetz eingerichteten unabhängigen Elektrizitätsausschusses. Im Artikel 17 wird weiter festgesetzt, daß die Schutzkosten grundsätzlich gemeinsam zu tragen sind, dabei soll es unerheblich sein, welche Anlage zuerst bestanden hat, und an welcher Leitung die Schutzmaßnahmen anzubringen sind. Über die Kostenverteilung sagt der Artikel:

1. wenn öffentliche oder bahndienstliche Schwachstromleitungen mit einer anderen elektrischen Leitung zusammentreffen, fallen $^2/_3$ der Kosten zu Lasten der letzteren und $^1/_3$ zu Lasten der ersteren.
2. Wenn 2 oder mehrere Starkstromleitungen unter sich oder mit privaten Schwachstromleitungen zusammentreffen, werden die Kosten im Verhältnis der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Anlagen verteilt. (Dieses Verhältnis setzt der Bundesrat fest, wenn es zu einer Einigung zwischen den Parteien nicht kommt.)
3. Die Anbringung von Doppeldrähten oder überhaupt von Rückleitungen, die von Erde isoliert sind, an öffentlichen Fernsprechleitungen, fällt ausschließlich zu Lasten des Bundes.

Diese eben angeführten Gesetzesbestimmungen zeigen, daß man das frühere Prinzip der Priorität vollständig hat fallen lassen, und daß lediglich die öffentliche Wichtigkeit zur Geltung kommt. Bei dieser Regelung wird praktisch auch das erreicht, daß nur Zweckmäßigkeits- und Billigkeitsgründe darüber entscheiden, an welcher Anlage die notwendigen Schutzmaßnahmen getroffen werden, und daß dabei jede der beiden Parteien ein Interesse daran hat, daß zwar die wirksamsten, aber zugleich auch die billigsten Vorkehrungen ausgewählt werden.

Noch in anderer Hinsicht enthält das Schweizer Bundesgesetz von 1902 eine wesentliche Neuerung gegen früher. Ebenso wie die Schutzmaßregeln gemeinschaftlich anzubringen und die Kosten dafür gemeinschaftlich zu tragen sind, soll auch die Haftung für Schaden und Verletzungen infolge von Unfällen eine gemeinschaftliche sein, wenn bei dem Schaden gleichzeitig Starkstrom- und Schwachstromanlagen beteiligt sind. Das Gesetz geht von dem Gedanken aus, daß es bei Unfällen oft schwierig ist, festzustellen, ob erst der Telegraphendraht zerrissen ist und dann die Starkstromleitung, oder umgekehrt, sowie welche Anlage in stärkerem Maße zu dem Unfall beigetragen hat. Solche Fälle sind nicht selten, daß ein Unfall durch gleichzeitiges Bestehen eines Fehlers sowohl in der Starkstromleitung wie in der Schwachstromleitung hervorgerufen wird. Schwachstromleitungen sind an sich ungefährlich, Starkstromleitungen dagegen bilden fast stets eine erhebliche Gefahr; wenn aber eine Schwachstromleitung mit einer Starkstromleitung in Berührung kommt, so wird auch die erstgenannte gefährlich und kann den Tod von Menschen, Tieren, kann Brände und sonstige Sachbeschädigungen verursachen. Es erscheint daher in solchen Fällen, wo beiderlei Arten von Stromanlagen für einen Unfall usw. in Frage kommen können, eine grundsätzlich gemeinschaftliche Haftung nicht ungerechtfertigt. Die Aufstellung dieses Grundsatzes hat auch die praktische Folge, daß beide Unternehmer, Schwachstrom- wie Starkstromunternehmer, dauernd ein Interesse daran haben, daß alle Schutzvorkehrungen wirklich getroffen werden und auch dauernd in gutem Zustande erhalten bleiben oder rechtzeitig erneuert werden. Jedenfalls gewährleistet die gemeinsame Haftung eine dauernde Fühlungnahme der Parteien und eine gemeinsame gegenseitige Überwachung der Anlagen. Der Artikel 28 ff. bestimmt darüber:

a) Besteht eine elektrische Anlage aus mehreren Teilen mit verschiedenen Betriebsinhabern, so haftet dem Beschädigten:
   1. wenn der Schaden in dem gleichen Teile der Anlage zugefügt und verursacht wird, der Inhaber dieses Teiles der Anlage;
   2. wenn der Schaden in dem einen Teil zugefügt, in einem anderen verursacht wird, der Inhaber des einen und des anderen Teiles solidarisch;
b) wenn Schädigungen infolge Zusammentreffens von verschiedenen elektrischen Leitungen entstehen, so haben die beteiligten Unternehmungen den Schaden gegenüber dem Geschädigten unter Solidarhaft zu

Digitized by Google

tragen, unter sich, soweit nicht das Verschulden der einen Anlage nachgewiesen werden kann oder anderweitige Verständigung getroffen wird, zu gleichen Teilen. Solche Verständigungen können auch im voraus getroffen werden.

c) Wenn elektrische Anlagen sich gegenseitig schädigen, so ist der Schaden, sofern nicht das Verschulden der einen Anlage nachgewiesen werden kann, unter Würdigung der sämtlichen Verhältnisse in angemessener und billiger Weise unter dieselben zu verteilen.

Infolge dieser neuen Bestimmung braucht sich also der Geschädigte nicht mehr mit der Untersuchung zu befassen, welcher von beiden zusammentreffenden Fehlern den Schaden verursacht hat, und gegen welchen Unternehmer er demgemäß vorzugehen hat. Beide haften ihm solidarisch; infolgedessen kommt er einfacher und schneller zu seiner Entschädigung. Wie die beiden Schädiger sich gegenseitig abfinden, ist eine Sache für sich, die den Geschädigten nicht mehr interessiert, und die seine Entschädigung nicht mehr beeinflußt.

Bisher hatte der Unternehmer einer elektrischen Anlage für Unfälle, die seine Anlage verursachte, nur im Falle des Verschuldens zu haften. Diesen Grundsatz hatte man im Gesetz von 1902 ebenfalls umgestoßen. Da die Nachweisbarkeit des Verschuldens auch bei umfangreichem Schaden sehr oft unmöglich ist, und da man die elektrischen Anlagen durchweg als in höherem Grade gefährlich ansieht als andere Arten von Anlagen, so hat man die Haftbarkeit auch auf die Fälle des mangelnden Nachweises des Verschuldens also auch für Zufall, eingeführt, nur vis major soll künftig noch die Haftbarkeit ausschließen. Der Artikel 27 des Gesetzes lautet demgemäß, daß der Unternehmer haftet, „wenn er nicht nachweist, daß der Unfall durch höhere Gewalt oder durch Verschulden oder Versehen Dritter oder durch grobes Verschulden des Getöteten oder Verletzten verursacht wird."

Eine ähnliche erweiterte Haftung besteht in Deutschland für Eisenbahnen, nicht dagegen für elektrische Anlagen.

Es ist gewiß interessant, zu beobachten, in welch grundsätzlichen Punkten die Schweiz ihre gesetzliche Regelung in bezug auf Schwachstrom- und Starkstromanlagen im Laufe der Jahre geändert hat. Wenn man in Deutschland in absehbarer Zeit eine gesetzliche Festlegung der Rechte und Pflichten der Starkstromanlagen vornehmen wird, so darf man die Erfahrungen und die Maßnahmen der Schweiz in dieser Hinsicht nicht unbeachtet lassen und muß sie einer sorgfältigen Erörterung in allen Punkten unterziehen.

Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom.

Von **Mendel Osnos**, Berlin-Wilmersdorf.

(Fortsetzung von S. 207.)

b) Beeinflussung der Induktanz der mit der Kommutatormaschine verbundenen Apparate.

Mehrphasenanordnung.

Aus Abb. 3 und Gl. (3) geht hervor, daß man eine Feldregelung der Maschine auch durch Änderung der Induktanz L_3 der Drosselspule D erzielen kann, da das Feld der Maschine proportional e_1 ist. Eine Voraussetzung dafür sowie überhaupt für die Schaltung Abb. 3 ist die, daß keine weitere konstante Spannung dem Ständer aufgedrückt wird, da sonst das Feld durch diese Spannung bestimmt wäre, und als Folge davon würden nur schädliche Ausgleichströme zwischen den verschiedenen Wicklungen des Ständers sein. Die Arbeitswicklung des Ständers kann also in diesem Falle nicht anders als in Reihe mit dem Anker liegen. Dieses ergibt beispielsweise für eine Drehstrommaschine die Schaltung nach Abb. 4, in welcher A die

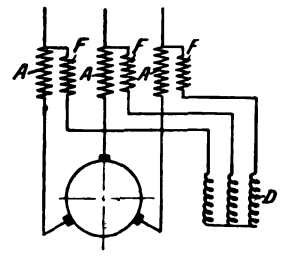


Abb. 4.

Arbeitswicklung und F, wie früher, die Feldwicklung bezeichnen.

Damit in der Feldwicklung ein reiner Feldstrom, d. h. nur ein gegen den Arbeitsstrom um 90% phasenverschobener Strom fließt, muß die gegenseitige Induktion der Ständer- und Läufer-Arbeitswicklungen auf die Feldwicklungen gleich Null sein. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn die Läufer-Arbeitswicklung nahezu (nahezu, weil man noch die Streuung zwischen Ständer und Läufer berücksichtigen muß) dieselben effektiven Amperewindungen hat wie der Läufer und sich gegenseitig aufheben, d. h. wenn die Ständer-Arbeitswicklung als Kompensationswicklung im üblichen Sinne ausgeführt ist.

Es steht grundsätzlich nichts im Wege, die Feldwicklung von genau derselben Windungszahl wie die Arbeitswicklung auszuführen und sie in dieselben Nuten hineinzulegen. Daraus

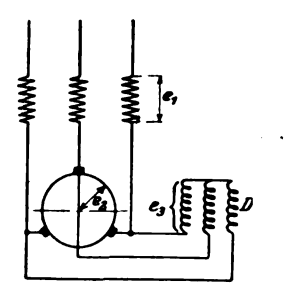


Abb. 5. D.R.P. Nr. 177255 (vom Verfasser).

ergibt sich aber, daß man in diesem Falle die Feldwicklung überhaupt mit der Arbeitswicklung vereinigen kann, und man hat die Maschine nach Abb. 5 (D.R.P. Nr. 177255).

Die Leerlaufsdrehzahl.

Unter Leerlaufsdrehzahl soll hier, wie üblich, diejenige Drehzahl verstanden sein, zu der die vollkommen verlustlos gedachte Maschine zustrebt. Wir wollen nun die in dieser Weise charakteristische Leerlaufsdrehzahl einer Maschine nach Abb. 5 in ihrer Abhängigkeit von dem Verhältnis $\frac{L_3}{L}$ näher untersuchen.

In „ETZ" 1902, S. 1077, habe ich bereits bewiesen, daß für jeden mehrphasigen Nebenschlußmotor (bei gleicher Windungszahl im Ständer und Läufer) die Gleichung gilt:

$$\frac{n_0 - n}{n_0} = \frac{e_2}{e_1} \cos\delta \quad , \quad . \quad : \quad . \quad (3$$

worin e_1 = Ständerspannung, e_2 = Läuferspannung, n_0 = synchrone Drehzahl, n_0 = Drehzahl des belasteten Motors, wenn er als gewöhnlicher Induktionsmotor ($e_2 = 0$) läuft, n = Drehzahl des belasteten Motors, wenn an seine Bürsten eine Spannung e_2 angelegt ist, δ = Phasenverschiebungswinkel zwischen e_2 und e_1 bedeuten.

Für den verlustlos gedachten Motor ist

$$n_0 = n_0,$$

und wenn außerdem die Achsen der Ständer- und Läuferwicklung zusammenfallen (wie es der Fall sein muß, wenn, wie bei uns, Ständer- und Läuferwicklung sich kompensieren), so ist $\delta = 180^0$ und $\cos\delta = -1$.

Diese Werte in Gl. (3) eingesetzt, ergibt:

$$\frac{n}{n_0} = 1 + \frac{e_2}{e_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

Nun ist in unserer Schaltung, wie aus Abb. 5 ersichtlich:

$$e_2 = e_3 .$$

Und da nach Gl. (1)

$$\frac{e_3}{e_1} = \frac{L_3}{L_1},$$

so ergibt sich:

$$\frac{n}{n_0} = 1 + \frac{L_3}{L_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

Aus dieser Gleichung ist zunächst ersichtlich, daß man mit der einfachen Schaltung nach Abb. 5 nur übersynchron regeln kann, da L_3 nicht negativ sein kann. Außerdem folgt aber aus der Gl. (5), daß sich die Schaltung für Regelung mit Gleichstrom überhaupt nicht gut eignet. Denn nehmen wir z. B. an, daß die Maschine von doppelten auf einfachen Synchronismus geregelt werden soll, so muß nach Gl. (5) für doppelten Synchronismus $L_3 = 2\,L_1$ und für einen einfachen Synchronismus $L_3 = 0$ sein. Die Induktanz der Drosselspule muß also von dem doppelten Wert der Ständerinduktanz auf Null herunter reguliert werden, was offenbar unmöglich ist, da man dazu eine unendlich große Anzahl Gleichstrom-Amperewindungen benötigen würde.

Einen Ausweg aus diesen Schwierigkeiten bietet nun die abgeänderte Schaltung nach Abb. 6. Das Prinzip derselben besteht

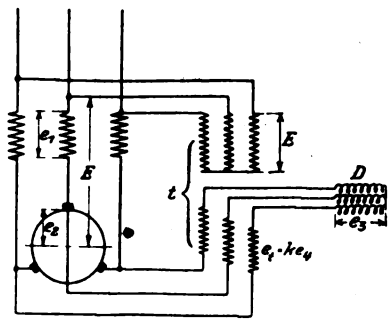


Abb. 6. D.R.P. Nr. 294577 (vom Verfasser).

darin, daß man im Stromkreise der Drosselspulen eine EMK einschaltet, die eine entgegengesetzte Wirkung als die Drosselspulen hervorzurufen trachtet.

Gehen wir von Abb. 6 aus, so sehen wir, daß im Stromkreis der Drosselspule D eine EMK $= KE$ durch den an das Netz angeschlossenen Transformator t mit der Übersetzung K induziert wird. Wählt man nun den Sinn der Sekundärspannung derart, daß sie eine entgegengesetzte Wirkung als L_3 hervorzubringen sucht, d. h. daß der Motor untersynchron liefe, wenn der Transformator allein vorhanden wäre, so kann bei Synchronismus L_3 sehr verschieden von Null sein.

Beweis: In dieser Schaltung ist, wie aus Abb. 6 ersichtlich, die Kommutatorspannung gleich der Summe der Transformator- und der Drosselspulenspannung. Da nun die Transformatorspannung der der Drosselspulen entgegenwirken soll, so müssen wir schreiben:

$$e_2 = -KE + e_3$$

und ferner wie früher:

$$E = e_1 + e_3,$$

$$\frac{e_3}{e_1} = \frac{L_3}{L_1}.$$

Dieses in Gl. (4) eingesetzt, ergibt:

$$\frac{n}{n_0} = \frac{1 + \frac{L_3}{L_1}}{1 + K} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

Digitized by Google

Nehmen wir nun die Übersetzung K so an, daß für $L_3 = 0$, d. h. ohne Drosselspule, der Motor untersynchron, u. zw. beispielsweise mit der halben Umdrehungszahl laufen würde, dann ist nach Gl. (6)

$$\frac{n}{n_0} = 0{,}5 = \frac{1}{1+K}$$

woraus:

$$K = 1.$$

Diesen Wert von K in Gl. (6) eingesetzt, ergibt

$$\frac{n}{n_0} = \frac{1+\frac{L_3}{L_1}}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7$$

Für Synchronismus muß also $L_3 = L_1$ und für doppelten Synchronismus $L_3 = 3\,L_1$ sein. Die Induktanzregelung einer Drosselspule in diesen Grenzen ist aber, wie Versuche gezeigt haben, mit einer sehr kleinen Anzahl von Gleichstrom-Amperewindungen möglich. Selbst bei Regelung von Untersynchronismus auf Übersynchronismus ist die Zahl der aufzuwendenden Gleichstrom-Amperewindungen noch nicht groß. Soll die Regelung z. B. von $^2/_3$ auf $^4/_3$ Synchronismus erfolgen, so ergibt die Gl. (7), daß die Induktanz von $L_3 = {}^1/_3\,L_1$ auf $L_3 = {}^5/_3\,L_1$ geregelt werden muß. Dieses ist aber noch immer leicht auszuführen.

Einphasenanordnung.

Als ein Beispiel für die Regelungsart b) bei einer Einphasenanordnung sei die Drehzahl- bzw. die Drehmomentregelung eines Einphasen-Kommutarormotors angegeben, dessen Feld parallel zu einer Drosselspule geschaltet ist (Abb. 7). Durch Änderung der Induktanz

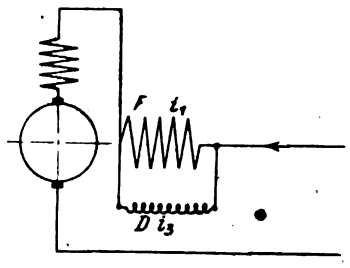


Abb. 7.

der Drosselspule kann hier das Feld des Motors ebenso geregelt werden, wie durch Änderung der Induktanz des Motors selbst in der Schaltung Abb. 1.

Vergleich zwischen den Regelungsarten a) und b).

Bei der Regelungsart b) wird die Feldschwächung, wie bei allen bis jetzt bekannten Feldregelungen, durch Schwächung der erregenden Amperewindungen erreicht. Dadurch wird auch die Sättigung der Maschine geschwächt. Bei schwacher Sättigung übt aber das in jeder Maschine vorhandene, vom Arbeitsstrom erzeugte Feld (Arbeitsfeld) eine sehr große Rückwirkung auf das Erregerfeld aus und schwächt dasselbe. Infolgedessen wird die Spannung bei Dynamos und die Drehzahl bei Motoren, selbst bei konstanter Erregerspannung, sehr leicht vom Arbeitsstrom beeinflußt, d. h. die Maschine wird sehr leicht labil. Dieser Nachteil der üblichen Feldschwächung ist bekanntlich auch Gleichstrommaschinen eigen. Speziell bei Wechselstrommaschinen hat aber das schwache Erregerfeld noch den Nachteil, daß der durch den Arbeitsstrom verursachte induktive Spannungsabfall groß wird. Denn bei schwachem Erregerfeld entspricht jedem Arbeitsstrom ein verhältnismäßig größeres Arbeitsfeld und somit auch ein größerer induktiver Spannungsabfall.

Indem man bei der Regelungsart a) das Feld nicht durch Verminderung der erregenden Amperewindungen, sondern durch Vergrößerung des magnetischen Widerstandes erreicht, werden die genannten Nachteile nicht nur vermieden, sondern noch in das Gegenteil verwandelt. Denn je schwächer das Feld sein soll, desto größer muß die Sättigung der Maschine sein.

Bei schwachem Felde wird also die Maschine sogar stabiler und der induktive Spannungsabfall durch den Spannungsabfall kleiner, also der Leistungsfaktor größer.

Ist somit in bezug auf Stabilität und Leistungsfaktor der Fall a) günstiger als der Fall b), so verhält es sich anders in bezug auf die Eisen- und Wirbelstromverluste.

Für die Eisenverluste muß man zwei Quellen unterscheiden: erstens, Verluste durch das Erregerfeld, und zweitens, Verluste durch das (nicht ganz kompensierte) Arbeitsfeld.

Ein Erregerfeld muß natürlich in jeder Maschine vorhanden sein. Im Falle a) wird es aber ungleichmäßig verteilt, und dadurch entstehen bekanntlich zusätzliche Verluste. Für ein- und dasselbe Erregerfeld im Falle a) und b) sind also im ersten Falle die durch das Erregerfeld verursachten Eisen- und Wirbelstromverluste größer.

Ein Arbeitsfeld ist dagegen in einer Maschine nicht nötig, ja, je kleiner es ist, desto besser ist es für die Maschine in allen Beziehungen. Wenn also im Falle a) das Arbeitsfeld durch das Gleichstromfeld unterdrückt und geschwächt wird, so kann es nur erwünscht sein. Man kann demnach nicht von einem gleichen, mittleren Arbeitsfeld in beiden Fällen ausgehen.

Das Arbeitsfeld wird also im Falle a) im ganzen kleiner als im Falle b), anderseits aber, ebenso wie das Erregerfeld, ungleichmäßiger verteilt sein. Eines ist eine Ursache zur Verkleinerung, und das andere ist Ursache zur Vergrößerung der Eisen- und Wirbelstromverluste.

Welche von beiden Ursachen überwiegen wird, läßt sich im allgemeinen nicht mit Sicherheit bestimmen. Es läßt sich im allgemeinen auch nicht sagen, ob im Falle a) die Nachteile der größeren Eisenverluste durch die erwähnten Vorteile überwogen werden oder nicht. Ob die Regelungsart a) oder b) zu verwenden ist, muß daher von Fall zu Fall entschieden werden.

Schaltung und Bau der mit Gleichstrom geregelten Drosselspulen[1]).

Wir wollen nun auf die Schaltung und den Bau der Gleichstrom-Drosselspule näher eingehen, da eine rationelle Ausführung derselben sehr wichtig ist, während in der Literatur darüber nur wenig zu finden ist.

A. Drosselspule für Einphasenstrom.

Es ist ohne weiteres klar, daß man eine gewöhnliche Drosselspule (Abb. 8) nicht ein-

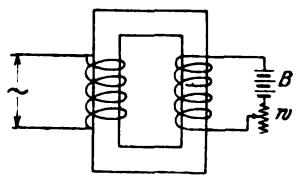


Abb. 8.

fach durch eine Gleichstromquelle B und einen Ohmschen Widerstand w (wenn er nicht gerade allzu groß ist) regeln kann. Denn die Wechselstromspannung der Drosselspule würde ja sekundär auf die Gleichstromquelle kurzgeschlossen sein. Es wäre also keine Regelung, sondern eine Vernichtung der Wechselstromspannung. Es sei denn, daß noch eine besondere Drosselspule in den Gleichstromkreis eingeschaltet wird, oder daß die Gleichstromquelle selbst von hohem induktiven Widerstand ist. Eine Gleichstrombatterie besitzt aber fast gar keinen induktiven Widerstand, und eine Gleichstrommaschine besitzt ihn im allgemeinen nicht in genügendem Maße.

[1]) Die ersten, die auf die Möglichkeit der Regelung einer Drosselspule mittels Gleichstrom hingewiesen haben, scheinen die Amerikaner Burgess und Frankenfield zu sein. (Vgl. Anm. auf S. 205.)

Nach dem Vorschlag von J. D. Coales[1]), Birmingham, wird daher die Drosselspule in Abb. 8, durch 2 einander gleiche, in Reihe geschaltete Transformatoren A_1 A_2 ersetzt (Abb. 9), deren sekundäre Wicklungen s_2 entgegengeschaltet sind. Im Stromkreise dieser

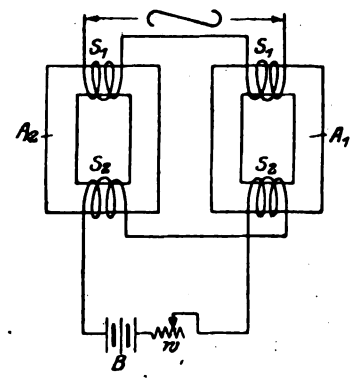


Abb. 9. Schaltung von J. D. Coales.

Sekundärwicklungen ist daher die Wechselstromspannung gleich Null, und es kann in diesen Stromkreis die Gleichstromquelle ohne schädliche Wirkung eingeschaltet werden.

Eine wesentliche Verteuerung des Apparates entsteht dabei nicht, denn da die Gesamtdrosselung aus den Drosselungen beider Transformatoren sich direkt zusammensetzt, so kann jeder Transformator nur halb so groß sein wie die Drosselspule in Abb. 7.

Nach Abb. 9a lassen sich die Eisenkörper beider Transformatoren zu einem einzigen Körper vereinigen, indem man 2 ihrer Schenkel vereinigt. Überdies sind, in Abb. 9a, um möglichst wenig Streuung zu

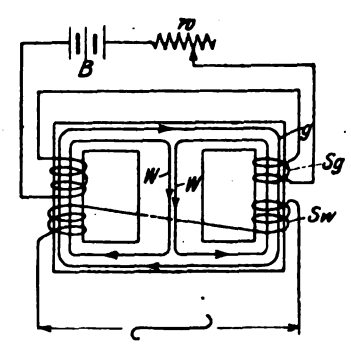


Abb. 9a. Schaltung des Verfassers.

bekommen, beide Wicklungen gleichmäßig auf jeden äußeren Schenkel verteilt, während der Mittelschenkel unbewickelt ist.

Der Sinn der Wicklungen ist dabei so getroffen, daß das Gleichstromfeld G nur die äußeren, das Wechselstromfeld dagegen sämtliche Schenkel durchfließt. Natürlich kann man ohne Nachteil auch umgekehrt verfahren, d. h. die Wicklungen so anordnen, daß das Wechselstromfeld nur die äußeren und das Gleichstromfeld sämtliche Schenkel durchfließt. Es kommt nur darauf an, daß in einem Teil der Gleichstromwicklung sich beide Felder addieren und im andern Teile subtrahieren.

Wählt man beide Wicklungssysteme von der gleichen Windungszahl, so kann man diese (s. Abb. 9b, Frequenzverdoppler nach D. R. P. Nr. 282 283) zu einer einzigen Wicklung vereinigen. In der Abbildung sind die Richtungen g und w des Gleich- bzw. Wechselstromfeldes in jedem äußeren Schenkel angegeben, und man sieht, daß die obenerwähnte Bedingung erfüllt ist.

Sind die Windungszahlen beider Systeme voneinander verschieden, so kann man jedenfalls gleiche Teile derselben vereinigen und den übrigen Teil getrennt ausführen. Hat z. B. die Gleichstromwicklung die doppelte Windungszahl wie die Wechselstromwicklung, so kann

[1]) „Electrical Engineering" 1908, S. 817. — Diese Anordnung ist auch von Léonard und Weber in „L'Eclairage Electrique" 1906, Bd. II, S. 80, wenn auch nicht ganz klar, angedeutet worden.

Digitized by Google

man die Hälfte der Gleichstromwicklung mit der Wechselstromwicklung vereinigen und die andere Hälfte getrennt von dieser Kombination ausführen.

Die Anordnungen Abb. 9, 9a und 9b haben folgenden Nachteil. Es ist zwar bei ihnen die Wechselspannung im gesamten Sekundärkreise

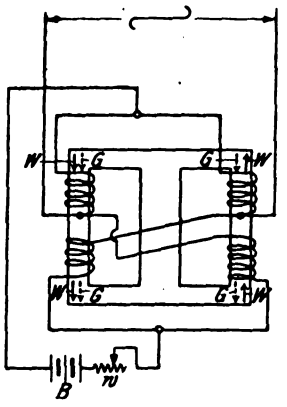


Abb. 9b. D.R.P. Nr. 282283 (vom Verfasser).

aufgehoben, aber nicht in den einzelnen Teilen; vielmehr muß in der Sekundärwicklung (Gleichstromwicklung) jedes einzelnen Transformators eine Wechselspannung vorhanden sein.

In der Anordnung Abb. 9b ist dieses ohne Bedeutung, da die Gleichstromwicklung dieselbe Windungszahl wie die Wechselstromwicklung hat und für die primäre Wechselstromspannung die Wicklung jedenfalls bemessen sein muß. Es ist aber besonders nachteilig, wenn bei den Anordnungen Abb. 9 und 9a zum Zwecke eines kleinen Regelungswiderstandes w der Gleichstrom gering und somit die Windungszahl der Gleichstromwicklung groß ist. In diesem Falle können sehr große, sogar gefährliche Spannungen in den Gleichstromwicklungen entstehen. Sie müssen dementsprechend isoliert werden, und der ganze Apparat wird verteuert und vergrößert.

Nach Abb.10 (D.R.P. a.) wird der Nachteil dadurch vermieden, daß die Gleichstromwicklung in einzelne, beliebig klein zu wählende

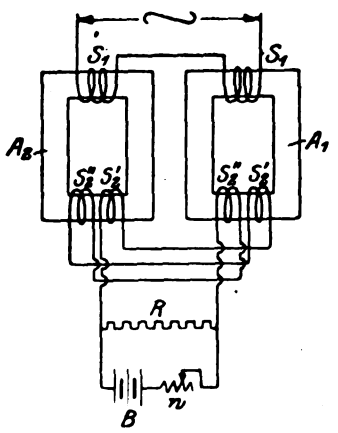


Abb. 10. Schaltung des Verfassers.

Windungsgruppen (in Abb. 10 der Einfachheit halber nur in 2 Gruppen s_2' und s_2'') unterteilt wird, die paarweise in bezug auf das Wechselfeld sich aufheben. Auf diese Weise kann die Spannung in der Sekundärwicklung auf die der Windungszahl in jedem einzelnen Element (s_2' s_2'') entsprechende Größe reduziert werden. Die Windungszahl jedes Elementes kann aber beliebig klein gemacht werden und somit auch die in jedem Sekundärteile induzierte Spannung.

Durch die Gegenschaltungen von Teilen der Sekundärwicklung in den Abb. 9, 9a und 10 heben sich natürlich nur die induzierten Spannungen primärer Frequenz, nicht aber die der doppelten Frequenz auf. Denn diese entstehen ja bekanntlich erst durch die Gegenschaltung. Hat die Gleichstromwicklung aber eine große Windungszahl, so können diese Spannungen doppelter Frequenz sehr große Werte annehmen und eine Gefahr für die Wicklung bilden. Es ist besonders der Fall, wenn die Gleichstromquelle einen großen induktiven Widerstand hat, so daß sich die Spannungen in ihr nicht ausgleichen können.

Um dieses zu vermeiden, wird zu den Enden der Sekundärwicklung ein Ohmscher Widerstand R (Abb. 10) parallel gelegt, der zwar groß genug ist, um keine wesentlichen Gleichstromverluste zu verursachen, aber auch hinreichend klein, um hohe Spannungen durchzulassen. Dieser Widerstand kann natürlich auch bei den anderen Schaltungen mit Erfolg angewendet werden.

Die Schaltung Abb. 10 hat noch immer den Nachteil, daß bei starker Unterteilung der Sekundärwicklung viel Verbindungen zwischen den einzelnen Elementen notwendig sind.

Um auch diesen Nachteil zu vermeiden, wird nach Abb. 11 eine einzige Gleichstromwicklung verwendet, die die benachbart liegenden Schenkel der Drosselspule gemeinsam umhüllt. Letztere werden dabei so angeordnet, daß ihre primären Wechselstromfelder W in der Gleichstromwicklung gegeneinander gerichtet sind und somit sich in ihrer Wirkung aufheben. Auf diese Weise entstehen auch ohne besondere Verbindungen keine Spannungen primärer Frequenz in der Gleichstromwicklung.

Es bleiben in der Gleichstromwicklung noch Spannungen doppelter Frequenz übrig, die aber gegebenenfalls, ähnlich wie in Abb. 10, durch einen parallel zur Gleichstromquelle gelegten Ohmschen Widerstand R unschädlich gemacht werden können.

Wie aus Abb. 11 ersichtlich, sind die Drosselspulen durch einen Körper M von ein-

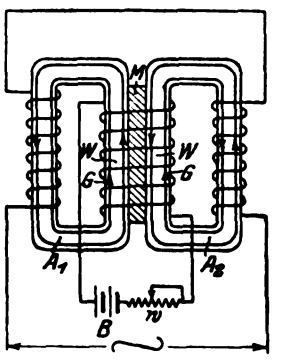


Abb. 11. D.R.P. Nr. 303094 (vom Verfasser).

ander getrennt. Dieser Körper soll unmagnetisch sein und verhindern, daß die Drosselspulen zu nahe aneinander kommen. Kämen sie nämlich zu nahe aneinander, so würden die beiden Wechselflüsse W sich nicht nur in der Wirkung, sondern auch sich selbst in dem Bereiche der Gleichstromwicklung aufheben. Die Folge davon wäre, daß der Gleichstromfluß in diesem Bereich gar keine Wirkung auf die Wechselstrommagnetisierung bzw. auf die Induktanz der Drosselspule ausüben könnte, und wir hätten ganz umsonst Gleichstrom-Amperewindungen verwendet. Dieses vermeidet nun die magnetische Trennung beider Spulen im Bereich der Gleichstromwicklung.

In Abb. 11 sind die Gleich- und die Wechselstromwicklungen auf besondere Seiten der Drosselspulen angebracht. Dieses verursacht aber magnetische Streuung zwischen den beiden Wicklungssystemen.

Um auch dieses zu vermeiden, werden nach Abb. 12 (die einen Längsschnitt durch die Drosselspulen und Wicklungen darstellt) sowohl das Gleichstrom-Wicklungssystem S_g wie auch das Wechselstrom-Wicklungssystem S_w um die benachbarten Schenkel der Drosselspulen gewickelt, wobei die Zeichen + und − die Stromrichtungen bei Gleichstrom, bzw. die momentanen Stromrichtungen bei Wechselstrom andeuten.

Hier werden die Drosselspulen durch die unmagnetischen Wechselstromwicklungen voneinander getrennt, und es entstehen auch hier

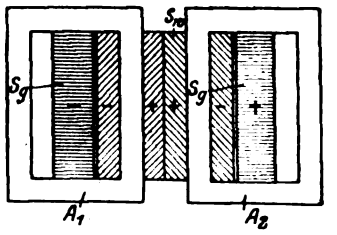


Abb. 12. D.R.P. Nr. 303094 (vom Verfasser).

2 Wechselstromflüsse, die wohl in ihrer induzierenden Wirkung auf die Gleichstromwicklung, aber nicht sich selbst aufheben. In diesem Falle können die Drosselspulen außerhalb des bewickelten Bereiches sogar magnetisch miteinander verbunden sein, da die Wechselstromwicklungen innerhalb der Gleichstromwicklung liegen und somit die Wechselstromfelder unbedingt auch die Gleichstromwicklung durchfließen müssen.

B. Drosselspule für Mehrphasenstrom.

Am einfachsten wäre es, eine der geschilderten Anordnungen (etwa die der Abb. 12) in jeder Phase des Wechselstromes zu verwenden, wobei sämtliche Gleichstromwicklungen ohne weiteres hintereinander geschaltet werden können. Indessen lassen sich noch einige Vereinfachungen treffen.

Greifen wir speziell den praktisch wichtigsten Fall, den Drehstrom, heraus, so lassen sich drei Drosselspulengruppen, wie von Vallauri („ETZ" 1911, S. 289, Abb. 39) für Frequenzverdoppelung angegeben war, zu einem einzigen Körper vereinigen. Dieser besteht aus 3 konzentrisch angebrachten Säulen, auf denen die 3 Phasen des Drehstromes liegen; in der Mitte liegt eine Säule, auf der die Gleichstromwicklung angebracht ist. Sämtliche Säulen sind durch Eisenjoche miteinander verbunden.

Man sieht, es ist dieses nicht anders als die Vereinigung von 3 Drosselspulen nach Abb. 8, indem die 3 Säulen, die die Gleichstromwicklung tragen, zu einer einzigen Säule vereinigt sind. Die Anordnung hat demnach die bereits beschriebenen Nachteile der Drosselspule nach Abb. 8. Außerdem hat es den Nachteil eines Transformators mit konzentrisch angeordneten Säulen, dessen Aufbau bekanntlich viel teurer ist, als der eines gewöhnlichen Transformators.

Verfasser hat gefunden, daß man die 3 getrennten Drosselspulengruppen zu einem Körper (Abb. 13) mit 6 in einer Ebene angeord-

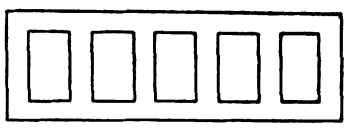


Abb. 13. D.R.P. Nr. 276288.

neten Säulen ohne wesentliche Nachteile vereinigen kann, wobei die Blechschnitte und deren Zusammenbau dieselben wie bei einem gewöhnlichen Drei-Schenkel-Transformator sind, so daß man die Bleche eines letzteren ohne weiteres verwenden kann und die Fabrikation vereinfacht wird[1]).

Man gelangt zu dieser Anordnung, wenn man von der Abb. 9a ausgeht. In dieser ist der dritte Schenkel unbewickelt und dient nur dazu, um einen magnetischen Weg für den Resultierenden aus den beiden Wechselfeldern zu bilden. Bei Drehstrom kann aber auch dieser Schenkel mit einer Wechselstromphase bewickelt werden, da jede Phase des Drehstroms (bei Sinuswellen) die Resultierende der beiden anderen Phasen ist. Auf je 3 Schenkeln kann man also bei Drehstrom einen Schenkel sparen;

[1]) Die Anordnung ist von mir zuerst im D.R.P. der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft Nr. 276288 angegeben worden.

Digitized by Google

daraus ergibt sich, daß man bei Drehstrom statt mit 9 nur mit 6 Schenkeln auskommen kann.

Es kommt nur darauf an, die 3 Phasen und die Gleichstromwicklungen möglichst symmetrisch auf die 6 Schenkel der Drosselspulen zu verteilen, damit die Spannungen und die Ströme in allen Phasen die gleichen bleiben.

Von vielen möglichen Kombinationen haben sich die beiden in Abb. 14 und 15 angegebenen als gut erwiesen, wobei die Ziffern die einzelnen Phasen, die ausgezogenen Pfeile die momentane Richtung der Wechselfelder und die unterbrochenen Pfeile die Richtungen

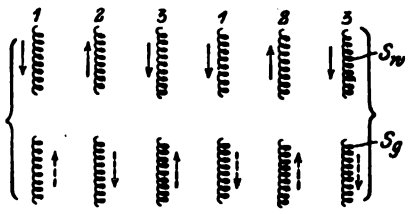


Abb. 14.

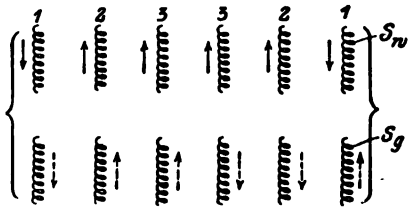


Abb. 15.

der Gleichstromfelder in den einzelnen Schenkeln bezeichnen.

Aus Abb. 14 und 15 ergibt sich bei näherer Betrachtung, daß man die Gleich- und die Wechselstromwicklungen nach den entsprechenden Abb. 14a und 15a vereinigen kann. In-

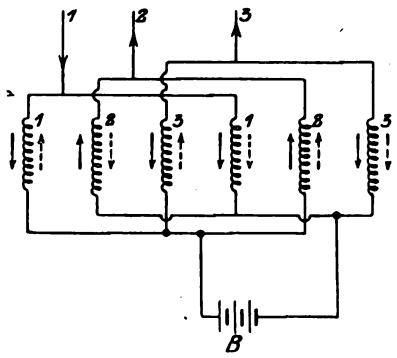


Abb 14a. Schaltung des Verfassers.

dessen wird man von der Vereinigung der Wicklung nur dann mit Vorteil Gebrauch machen, wenn die Ströme sich nicht zu sehr stark voneinander unterscheiden. Im anderen Falle,

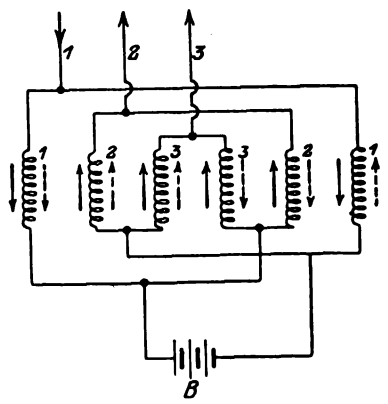


Abb. 15a. Schaltung des Verfassers.

besonders wenn die Wechselströme sehr groß sind, wird man, um die Regelungswiderstände klein zu behalten, lieber getrennte Wicklungen für Gleich- und Wechselströme nehmen.

(Schluß folgt.)

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Detektoren in der drahtlosen Telegraphie.

[The Electrician, Bd. 77, S. 756.]

Über Detektoren in der drahtlosen Telegraphie hat W. D. Bancroft im „Journal of Physical Chemistry" eine Abhandlung veröffentlicht, in der er die Wirkungsweise der elektrolytischen Zelle, des Kristalldetektors und des Fritters untersucht. Er kommt zu dem Schluß, daß bei allen dreien die Ursache der Erscheinungen in einer dünnen, auf der Oberfläche haftenden Gasschicht zu suchen sei. Diese wirke selbstverständlich als Widerstand. Auftreffende elektrische Wellen sollen die Dicke dieser Gasschicht vermindern und damit den Widerstand herabsetzen. *Rp.*

Wirkung unvollkommener Dielektrika im Felde einer funkentelegraphischen Antenne.

[The Electrician, Bd. 78, S. 59.]

John Miller beweist in einem Bericht, der in dem „Bulletin of the Bureau of Standards" veröffentlicht worden ist, daß die Zunahme des Widerstandes einer Antenne mit größer werdender Wellenlänge verursacht wird durch dielektrische Absorption der unvollkommenen Dielektrika im elektrischen Felde der Antennen. Er zeigt, daß die Absorption nicht in der Erde, sondern in unvollkommenen Leitern, die sich in der Nähe befinden, zu suchen ist. Die Wichtigkeit dieser Feststellung für die Praxis wird klar bewiesen. *Rp.*

Beitritt zum zwischenstaatlichen Funkentelegraphenvertrag

[Journal Télégraphique, Bd. 41, S. 83.]

Der Minister der französischen Kolonien teilt mit, daß er der großbritannischen Regierung den Beitritt von Martinique zum zwischenstaatlichen Funkentelegraphenvertrag angezeigt hat.

Funkentelegraphenstationen in den Vereinigten Staaten von Amerika.

[Journal Télégraphique, Bd. 41, S. 83.]

1. Küsten- und Landstationen.

Die Anlagen werden betrieben von	für den allgemeinen öffentlichen Verkehr	für beschränkten öffentlichen Verkehr	für Privatverkehr	für besondere Zwecke	für den amtlichen Verkehr der Regierung	Zusammen
Flotte	24	1	—	—	32	57
Heer	9	—	—	—	45	54
Regierung der Philippinen	6	—	—	—	—	6
Marconi Company	44	6	9	1	—	60
National Electric Signaling Company	2	1	1	—	—	4
Tropical Radio Telegraph Company	2	1	1	1	—	5
Federal Telegraph Company	5	5	2	—	—	12
Mutual Telephone Company	1	2	3	—	—	6
Besitzer nicht angegeben	10	2	39	193	4	248
Insgesamt	103	18	55	195	81	452

2. Schiffstationen.

Flotte	283
Küstenschutz	25
Heer	50
Handelsdepartement	8
Marconi Company	414
National Electric Signaling Company	20
Tropical Radio Telegraph Company	21
American-Hawaiian Steamship Company	19
Alaska Steamship Company	12
Standard Oil Company	10
Panama Railroad Company	5
Pacific-Alaska Navigation Company	5
Federal Telegraph Company	17
Atlantic Communication Company	5
Besitzer nicht angegeben	76
Zusammen	920

An Liebhaberanlagen sind außerdem im ganzen 5255 Stück gezählt worden. *Rp.*

Drahtlose Stationen zur Überwachung der Grenze der Vereinigten Staaten gegen Mexiko.

[Wireless World, Bd. 4, S. 938.]

Die Regierung der Vereinigten Staaten hat die Genehmigung zur Errichtung mächtiger funkentelegraphischer Anlagen zu Laredo, El Paso und Fort Huachuca (Arizona) erteilt. Sie sollen für die Zwecke der Armee Glieder in einer lückenlosen funkentelegraphischen Verbindung längs der Grenze gegen Mexiko von Brownsville bis zur pazifischen Küste bilden. *Rp.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Umsatzsteuergesetz und Lieferung elektrischer Arbeit.

Auf der am 13. Mai abgehaltenen 3. Mitgliederversammlung des Bundes der Elektrizitätsversorgungs-Unternehmungen Deutschlands, welcher die privaten Elektrizitätsversorgungs- und Finanzierungsgesellschaften umfaßt und die Interessen von 2,75 Milliarden Kapital vertritt, wurde zu dem Entwurf eines Umsatzsteuergesetzes folgende Entschließung gefaßt:

„Die Steuerfreiheit, die § 3 des dem Reichstage vorliegenden Entwurfes eines Umsatzsteuergesetzes für die Lieferungen von elektrischer Arbeit durch staatliche und kommunale Regiebetriebe vorsieht, ist eine durch nichts gerechtfertigte, steuerliche Privilegierung der an derartige Regiebetriebe angeschlossenen Verbraucher. Gegen eine derartige Steuerbefreiung einzelner Verbraucherschichten muß auf das entschiedenste Verwahrung eingelegt werden, zumal in einer Zeit, wo gleichheitliche steuerliche Leistungen von jedermann zu fordern sind."

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Über Isolatoren und Kabel.

[Electrical World, Bd. 69, S. 1255.]

Die Erörterungen einer Sonderversammlung des Am. Inst. of El. Eng. in New York bezogen sich in der Hauptsache auf Kabel und Isolatoren.

Bei Kabeln, insbesondere für Hochspannung von 25 000 V, wird wegen der hohen Kosten möglichst starke Belastung verlangt. Neben den Kupferverlusten spielen die dielektrischen Verluste in der Isolierung eine große Rolle. Sie haben die Eigenschaft, mit der Temperatur stark zuzunehmen. Infolgedessen bilden sich an Orten mit schlechter Wärmeabführung heiße Stellen aus, an denen Durchschlag erfolgt. Es wird empfohlen, die Kupferverluste (d. h. die Belastung) so zu wählen, daß sie zusammen mit den Verlusten im Dielektrikum eine Temperatur ergeben, welche unter dem Wert bleibt, bei welchem die dielektrischen Verluste stark anzusteigen beginnen. Um eine gute Wärmeabführung zu erreichen, wird vorgeschlagen, das Erdreich rings um das Kabel feucht zu halten, z. B. durch Berieselung einer Packung von porösen Ziegeln oder der Kabelkanäle mit Wasser.

Kabelbeschädigungen treten häufig in oder neben Verbindungsstellen auf. Dies wird darauf zurückgeführt, daß in zurechtgeschnittene Kabelenden, die herabhängen, so daß Imprägniermasse heraustropfen kann, Luftbläschen eintreten. Bei Erwärmung im Betrieb dehnen diese sich aus und verdrängen dann die Isoliermasse, so daß Zerstörung erfolgt. Auch die Ausgußmasse der Kabelmuffen kann die Ursache von Durchschlägen sein, wenn durch Mischung derselben mit der Kabelimprägniermasse eine neue Masse von schlechterer Isolierfähigkeit entsteht.

Bei Porzellanisolatoren werden trotz sorgfältigster mechanischer und elektrischer Prüfung nach dem Einbau in Leitungen, u. zw. noch nach Jahren zahlreiche Brüche beobachtet, auch an nicht unter Spannung stehenden Isolatoren. Als mechanische Ursache derselben werden angegeben: Ungleiche Ausdehnung des Kittes der Stützen (Bolzen) und Kappen und des Porzellans, begünstigt durch die Aufnahme von Feuchtigkeit durch den Kitt, ferner Erwärmung der Isolatoren bei Gewittern und darauf folgende Abkühlung durch den Regen. Schon bei Erhitzung auf 65° könne in dem Falle ein Springen erfolgen. Elektrische Ursachen können sein zu große Dichte des elektrischen Feldes an einzelnen Stellen infolge nicht zweckmäßiger Gestalt der Isolatoren oder Fehlerstellen im Porzellan oder infolge der Inhomogenität des Porzellans, wenn es aus zwei Rohstoffen von ungleichen dielektrischen Eigenschaften besteht. Als vorteilhaftes Material für Isolatoren wird Quarz anstatt Porzellan vorgeschlagen. *Gst.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Statistik der Kleinbahnen in Preußen für das Jahr 1916[1]).

Statt der im Ministerium der öffentlichen Arbeiten bisher alljährlich bearbeiteten Stati-

[1]) Nach „Zeitschr. f. Kleinb.", Bd. 25, S. 53, 117. Statistik für 1915 vgl. „ETZ" 1917, S. 468.

Digitized by Google

stik für ganz Deutschland, sind für das Jahr 1916 nur die preußischen Kleinbahnen (nebenbahnähnliche Kleinbahnen und Straßenbahnen)[1] statistisch bearbeitet worden und haben folgende Zahlen ergeben:

I. Nebenbahnähnliche Kleinbahnen.

Am Schlusse des Berichtsjahres (31. III. 1917) waren in Preußen vorhanden oder genehmigt 332 (331 i. V.) selbständige Unternehmungen mit 11 175 km Streckenlänge (11 098 i. V.). Im Betriebe standen 320 (312 i. V.), Bahnen mit 11 053 km Streckenlänge (10 825 i. V.). Die Betriebsarten dieser Bahnen ergeben sich aus Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Betriebsarten der nebenbahnähnlichen Kleinbahnen in Preußen.

Betriebsart	1916		1915	
	Zahl	km	Zahl	km
Rein elektrisch	33	548	33	540[2]
teilweise elektrisch	8	173	8	183
reiner Dampfbetrieb	291	10 454	290	10 664[3]
Zusammen	332	11 175	331	11 387

Über den Zweck der Bahnen ergibt sich die Zusammenstellung in Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Betriebszweck der Bahnen.

Zweck	1916		1915	
	Zahl	km	Zahl	km
Personenverkehr	7	112	7	112
Fremden- (Bade-) Verkehr	9	140	9	140
Handel und Industrie	80	1131	80	1127
Landwirtschaft	119	6006	119	5979
Handel, Industrie und Landwirtschaft	170	3786	116	3740

Auf je 10 000 Einwohner kommen im Mittel 2,69 km Strecke (2,67 i. V.), die Grenzwerte in den einzelnen Provinzen sind 1,14 und 12,87 km. Auf 10 000 ha entfallen 3,20 km Strecke (3,18 i. V.), die Grenzwerte sind 2,22 km und 8,10 km. Über die Betriebsleistungen gibt die Statistik keine Auskunft. Das gesamte Anlagekapital aller genehmigten nebenbahnähnlichen Kleinbahnen Preußens beträgt 744,202 Mill. M (733,054 i. V.), auf 1 km Strecke entfallen durchschnittlich 65 038 M (64 498 i. V.); auf 1 km Vollspur 82 561 M (81 681 i. V.), auf 1 km Schmalspur 51 541 M (51 388 i. V.).

II. Straßenbahnen.

Am 31. III. 1917 waren in Preußen vorhanden oder genehmigt 204 selbständige Straßenbahnen (203 i. V.) mit 3940 km Streckenlänge (3919 i. V.); im Betriebe waren 198 Bahnen (wie i. V.) mit 3808 km (3797 i. V.). Über die Betriebsarten gibt Zahlentafel 3 Auskunft.

Zahlentafel 3. Betriebsarten der preußischen Straßenbahnen.

Betriebsart	Zahl	
	1916	1915
Rein elektrisch	177	176
teilweise elektrisch	2	2
reiner Dampfbetrieb	10	10
reiner Pferdebetrieb	10	10
Drahtseilbetrieb	5	5

Zahlentafel 4. Betriebszweck der Straßenbahnen.

Betriebszweck	Zahl			
	1916		1915	
Personenbeförderung	139		139	
Güterbeförderung	14		3	
Personen- und Güterbeförderung	61		61	
	Zahl	km	Zahl	km
Personenverkehr	167	3486	166	3461
Fremden- (Bade-) Verkehr	17	46	17	46
Handel und Industrie	17	371	17	375
Landwirtschaft	1	15	1	15
Handel, Industrie und Landwirtschaft	2	23	2	23

Das gesamte Anlagekapital der Straßenbahnen betrug 1167,527 Mill. M (1164,020 i. V.); es entfallen auf 1 km Strecke durchschnittlich 285 075 M (285 968 i. V.). 1 km Vollspur kostete 422 846 M (423 403 i. V.), 1 km Schmalspur 140 706 M (141 277 i. V.). *Ptz.*

[1] Über die Unterscheidungsmerkmale vgl. „ETZ" 1916, S. 269, Spalte 1, Fußnote 2.

[2] Dabei 8 km Strecke preußischer Bahnen außerhalb Preußens.

[3] Dabei 266 km Strecke preußischer Bahnen außerhalb Preußens.

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Salpetersäure aus der Luft.

[Zeitschr. d. V. D. I., Bd. 61, S. 322, 2 Sp., 3 Abb.]

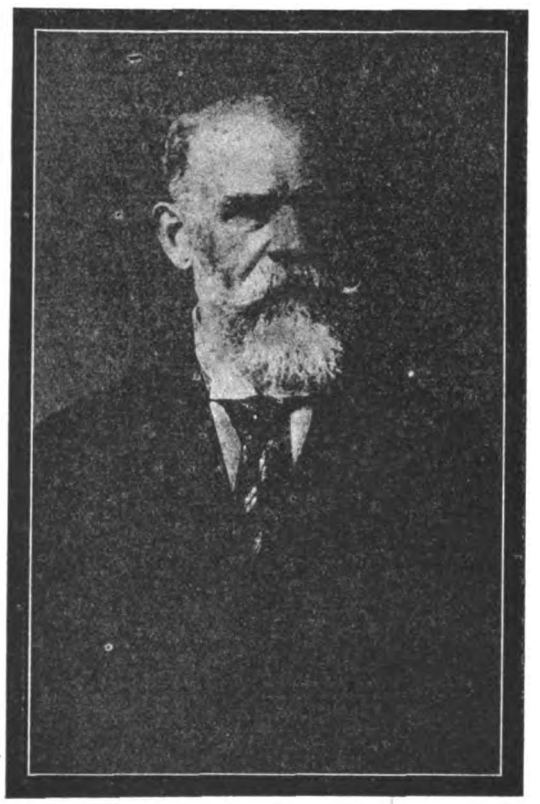
H. Andrießen hat einen neuen Lichtbogenofen ersonnen, in welchem nach seiner Meinung Salpetersäure aus Luft mit viel besserer Ausbeute als bisher gewonnen werden kann. Der Bogen wird durch hochgespannten Wechselstrom zwischen zwei nahe nebeneinander stehenden Elektroden erzeugt, durch einen Luftstrom, der aus einer zwischen den Elektroden stehenden Düse austritt, emporgezogen und zwischen den Polen eines darüber angebrachten Elektromagnets zu einer flachen Schraubenfläche ausgebreitet. Auf diese Weise will Andrießen den Lichtbogen auf einen möglichst schmalen Raum zusammendrängen und eine viel schroffere Abkühlung der nitrosen Gase ermöglichen, als dies z. B. bei dem Ofen von Birkeland und Eyde der Fall ist. Der Erfinder gibt an, daß er bei 35 kW Ofenbelastung bereits eine Ausbeute von 70 g Salpetersäure erzielt habe gegen etwa 30 bis 45 g bei einem Birkelandschen Ofen gleicher Größe. Aus dem Berichte ist nicht zu ersehen, auf welchen Gehalt an nitrosen Gasen in der den Ofen verlassenden Luft sich diese Ausbeute bezieht. In Notodden sind bei 1% Gehalt auch schon gegen 70 g Salpetersäure auf die kWh erzielt worden, unter Umständen sogar weit mehr. Auch die sehr zahlreichen Lichtbogenöfen anderer Erfinder haben keine besseren Ausbeuten gegeben, so daß die Anordnung von Andrießen vermutlich keinen wesentlichen Fortschritt bedeutet. Die wichtigste Aufgabe besteht heutzutage vielmehr darin, aus dem sehr verdünnten nitrosen Gase möglichst billig konzentrierte Salpetersäure darzustellen. *K. A.*

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Arnold v. Siemens †.

Am 29. April verstarb in Berlin im 65. Lebensjahre Herr Arnold v. Siemens, Vorsitzender des Aufsichtsrates der Siemens & Halske A. G., Mitglied des Preußischen Herrenhauses und des Zentralausschusses der Reichsbank.



Arnold von Siemens †.

Geboren in Berlin am 13. XI. 1853 als ältester Sohn von Werner v. Siemens, fand der Verewigte für die Wahl seines Berufes die natürliche Anregung in der während seines eigenen Aufwachsens erblühenden Schöpfung seines Vaters. Für seinen ganzen Lebensweg ist die Entwicklung der Firma Siemens & Halske und der Elektrotechnik überhaupt bestimmend gewesen, die unter reichen Erfolgen selbst zu fördern, ihm vergönnt war.

Nach einer praktischen Lehrzeit in der Werkstatt und nach Abschluß seiner technischen Studien an den Technischen Hochschulen in Stuttgart und Berlin begann Arnold 1877 seine Tätigkeit in der Firma, 1882 wurde er Mitinhaber und brachte mehr und mehr seinem Vater die dringend erwünschte Entlastung.

Als er seine Mitarbeit begann, war die Firma 30 Jahre alt. Sie hatte auf Grund der bahnbrechenden Schöpfungen von Werner Siemens, besonders auf dem Gebiete der Telegraphie, eine stolze Pionierarbeit hinter sich. An ihrer Fortführung hat sodann Arnold 41 Jahre bis zu seinem Tode an hervorragender Stelle leitend gewirkt, zuerst neben seinem Vater, dann als treuer Pfleger und Fortentwickler des Erbes.

Die Berliner Gewerbeausstellung 1879 kündigte den Beginn einer neuen elektrischen Zeit an. Die Firma brachte hier zwei bahnbrechende Neuerungen: Die erste elektrische Eisenbahn und die Differentiallampe. Arnold hatte die Leitung der Ausstellungsarbeiten übernommen, und er hat ein wesentliches Mitverdienst an dem Gelingen der ersten elektrischen Bahn

Noch deutlicher kam der Beginn der elektrischen Ära durch die internationale elektrische Ausstellung in Paris 1881 zum Ausdruck. Hier wurden die grundlegenden Schöpfungen der Pionierzeit in ihren ersten praktischen Ausgestaltungen zur Anschauung und zum allgemeinen Bewußtsein gebracht. Im praktischen Mittelpunkte stand hier bereits die 15 Jahre vorher erfundene dynamoelektrische Maschine. In allen Ländern hatte man Hand an ihre Entwicklung gelegt, und in Paris hob sich eine amerikanische 100-pferdige Maschine als kühner Vorstoß in das Gebiet der großen Dimensionen ab. Auch das Telephon und die Glühlampe waren Schöpfungen dieser Zeit.

Arnolds Wirksamkeit begann also gleichzeitig mit dem großen Ausbau der Elektrotechnik, dessen jetzt erreichter gewaltiger Umfang damals nicht vorausgesehen werden konnte. Die Entwicklung der Firma war ein Spiegelbild der Gesamtentwicklung, da die Firma mit der Schöpfung der Grundlage wie mit der ersten Ausgestaltung eng verbunden war, und das Gesamtgebiet der Elektrotechnik ihr Wirkungsfeld bildet. In den beengten Räumen in der Markgrafenstraße waren alle diese nach Wachstum und Reifen drängenden Keime noch unter einem Dache vereinigt. Im Beginn der 80 er Jahre begann der Auszug, bis dann schließlich auch für den letzten zurückgebliebenen Zweig der Raum zu klein wurde und die erinnerungsreiche alte Stätte ganz verlassen wurde.

Das neunte Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts umfaßt den Zeitraum des Zusammenwirkens des Verstorbenen mit seinem großen Vater, nachdem er vorher sein selbständiges Können durch einen zweijährigen Aufenthalt in Wien erwiesen hatte, wo er die früher noch nicht geglückte, sichere Begründung eines Zweighauses verwirklichte, so daß es sich zu der heutigen großen Unternehmung dort zu entwickeln vermochte.

Nach dem eigenen Zeugnisse seines Vaters ist Arnold ihm in diesem schwierigen Übergangsjahrzehnt, in dessen Mitte Werner Siemens 70 Jahre alt wurde, ein tüchtiger Mitarbeiter gewesen, dessen Wirksamkeit erkennen ließ, daß das Werk auch nach dem Ausscheiden seines Begründers und hervorragendsten Arbeiters guter Hut anvertraut sein würde.

Es würde zu weit führen, auf die Einzelheiten einzugehen, bei denen der Verstorbene persönlich maßgebend war. Es liegt in der Natur der Verhältnisse, in denen er wirkte, daß eine umfassende Tätigkeit an leitender Stelle eines so großen vielgestaltigen Unternehmens mit einem vieltausendköpfigen Beamtenkörper im wesentlichen das Zeichen einer Gemeinschaftstätigkeit trägt, aus der Sonderfäden nicht leicht herauszulösen sind. Nach außen trat er frühzeitig als Mitglied des Aufsichtsrates der Deutschen Edison-Gesellschaft, der Berliner Elektricitäts-Werke und der Mannesmann-Gesellschaft hervor. Die Firma hat an der Begründung der beiden Elektrizitäts-Gesellschaften in der ersten Hälfte der 80er Jahre bestimmend mitgewirkt, weil sie das Entstehen von neuen selbständigen Organen für die wirtschaftliche Verbreitung der Elektrizität für nötig hielt. Auch die Mannesmann-Gesellschaft erfreute sich der entscheidenden Teilnahme von Werner Siemens bei ihrer Begründung, der unter dem Banne der genialen Erfindung stand und ihre zukünftige Bedeutung hoch einschätzte. Nach dem Tode seines Vaters trat Arnold in den Aufsichtsrat ein, um auch dieses Erbe zu pflegen mit der ihm eigenen Treue, Ausdauer und Anhänglichkeit bis zu seinem eigenen Tode.

Diese Eigenschaften traten seinen eigenen Gesellschaften und seiner Familie gegenüber in besonders kennzeichnender Weise hervor. Er hielt das überlieferte Band zwischen seiner Familie und ihren Gesellschaften für ein un-

Digitized by Google

lösbares, sowohl in bezug auf die persönliche lebendige Mitarbeit, wie in finanzieller und organisatorischer Hinsicht. Daran haben auch wesentliche Umformungen nichts geändert, wie sie durch den Übergang der Kommanditgesellschaft in eine Aktiengesellschaft sowie durch die Begründung der Siemens-Schuckertwerke zum Ausdrucke kamen.

Ein absichtliches Herausstellen seiner Person lag dem schlicht, vornehmen, allem Scheine abholden Wesen des Verstorbenen fern. So konnte auch sein dauerndes Mühen um die Beamten- und Arbeiterpensionskasse und die anderen Wohlfahrtseinrichtungen selbst innerhalb seines Wirkungsbereiches nur von engeren Kreisen gewürdigt werden. Vertrauend und getreu den Mitarbeitern gegenüberstehend, war er am besten von den vielen gekannt, die sich bittend persönlich an ihn gewendet haben.

Der Verstorbene war vermählt mit der Tochter von Helmholtz. Seine drei Söhne und ein Schwiegersohn dienen z. Zt. in der Front dem Vaterlande. Er selbst gehörte lange Jahre der Armee als Reserveoffizier an, zuletzt als Rittmeister dem Ulanenregiment von Schmidt Nr. 4.

Nach einem arbeitsreichen und fruchtbaren Leben ist Arnold v. Siemens der Wunsch jedes tätigen Mannes erfüllt worden: Er starb in den Sielen. *R.*

D. Meyer. Der Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, kgl. Baurat D. Meyer, Berlin, feiert am 1. Juni sein 25-jähriges Jubiläum als Schriftleiter der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure".

Oskar Wichmann, Diplomingenieur und Direktor des städtischen Elektrizitätswerks zu Oldenburg (nicht wie auf S 203 irrtümlich angegeben zu Bremen), wurde zum Geschäftsführer des vor kurzem gegründeten Wiesmoor-Stromabnehmer-Verbandes (Sitz in Oldenburg) gewählt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Kriegsgesetze über den gewerblichen Rechtsschutz im In- und Auslande. Von Maximilian Mintz, Patentanwalt. VIII und 331 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag. Berlin 1917. Preis 10 M.

Der Verfasser hat in meisterhafter Art ein Werk geschaffen, welches jedem Industriellen, Kaufmann und Rechtsbeflissenen es ermöglicht, in leicht verständlicher Weise und für die Zeit bis Ende 1916 in erschöpfendem Umfang sich zu unterrichten über alle Kriegsgesetze und Verordnungen, welche auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes in sämtlichen Kulturstaaten bis Ende 1916 erlassen sind, mit ihren Tendenzen und Wirkungen.

Das Buch ist in 4 Abschnitte gegliedert. Der erste Abschnitt bietet Einleitung und Rückblick. So ist er das Fundament des ganzen Buches. Er enthält Betrachtungen und Würdigung einerseits der Lage der zwischenstaatlichen Beziehungen, fußend auf dem Unionvertrag, und sodann der innerstaatlichen Verhältnisse.

Der zweite Abschnitt gibt einen Überblick über die Rechtslage in den einzelnen Staaten. Es ist dem Verfasser trefflich gelungen, in prägnantester, knappester Form systematische Übersicht über die in den kriegführenden und neutralen Staaten erlassenen Kriegsbestimmungen auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes zu geben.

Der dritte Abschnitt enthält eine Ausschau, mit höchst beachtlichen schlüssigen Erwägungen über die bei Friedensabschluß einzuhaltenden Richtlinien hinsichtlich der zwischenstaatlichen Seite der Frage und dann aber auch hinsichtlich der innerstaatlichen Regelung.

Die vorgeschlagene clausula generalis bei Friedensabschluß zur Erledigung des Gesamtgebietes des gewerblichen Rechtsschutzes dahingehend:

„Die Pariser Union bleibt bestehen; es sind Bestimmungen zu treffen, durch welche hinsichtlich der Union für die Beteiligten der Zustand wiederhergestellt wird, welcher am 1. VII. 1914 bestand. Die näheren Bestimmungen sind auf einer besonderen durch die einzelnen Staaten zu beschickenden Konferenz zu treffen."

scheint mir den Nagel auf den Kopf zu treffen mit Sicherung sachkundiger ruhiger Behandlung und Regelung dieser so wichtigen Fragen nach Friedensschluß und mit gleichzeitiger Ausschaltung der zeitraubenden Einzeldiskussion darüber aus den Friedensverhandlungen.

Der 4. Abschnitt enthält die Zusammenstellung der Gesetze der einzelnen Länder, jeweils mit deutschen Übersetzungen der fremdsprachigen Gesetze. D. Cantor.

Der Kreisel als Richtungsweiser. Seine Entwicklung, Theorie und Eigenschaften. Von Dr. phil. H. Usener. Mit 7 Abb., IV u. 156 S. in 4°. Militärische Verlagsanstalt, München 1917. Preis 8 M.

Seit einer Reihe von Jahren ist der Kreiselkompaß, nach einer etwa ein halbes Jahrhundert dauernden, im wesentlichen nur den Theoretiker interessierenden Entwicklung in den Gesichtskreis der Technik getreten. Damit ist ein neues Glied zu der Kette der Anwendungen der Kreiseldynamik hinzugefügt worden, die heute in den Lehrbüchern der technischen Mechanik und in einigen, wenn auch nicht zahlreichen, Einzelschriften eine für weitere Kreise bestimmte Behandlung finden. Ein lediglich die Theorie des Kreiselkompasses behandelndes Werk liegt nun in der Arbeit von Dr. Usener vor, vom Verfasser vorwiegend für den Dienst der Praxis bestimmt.

Stofflich bietet es eine recht ausführliche, die wichtigen entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkte hervortreten lassende Behandlung. Die einzelnen Kreiseltypen, geordnet nach den Begriffen Meridiankreisel und Azimutkreisel, finden ihre eingehende Erörterung, wobei ihre Grundeigenschaften mit Rücksicht auf den Zweck der Orts- bzw. Richtungsbestimmung kritisch beleuchtet werden.

Ausgedehnter Raum ist den vielgestaltigen Dämpfungsmethoden, durch die der Richtungskreisel erst lebensfähig wird, vorbehalten, sowie den Störungen infolge von Schiffsbewegungen. So darf das Buch als eine recht nützliche Bereicherung unserer Kreiselliteratur bezeichnet werden. Selbstverständlich bedient sich der Verfasser aller notwendigen Hilfsmittel der höheren Mathematik und Mechanik, um seinen Gegenstand zu erfassen. Vektoranalysis, Theorie der Differentialgleichungen, Theorie der Schwingungen kommen zur Verwendung.

Durch Anmerkungen und einen Anhang hat der Verfasser dem Verständnis dieser theoretischen Hilfsmittel den Boden geebnet für diejenigen Leser, denen das rein mathematische Gebiet ferner liegt. Dadurch sollte sich niemand abschrecken lassen. Jeder, der an Kreiselfragen herangeht, muß sich von vornherein sagen, daß er mit elementaren mathematischen Mitteln bis zur rechnerischen Beherrschung des Stoffes nicht vordringen kann; das ist in der Natur der Sache begründet.

Vielleicht wäre es empfehlenswert gewesen, wenn der Verfasser gegenüber der sachlich durchaus gerechtfertigten, analytischen Behandlung durch Beigabe zahlreicherer Figuren das Verständnis der Fragen, die sich an die Anschauung wenden, etwas erleichtert hätte. Diese Bemerkung soll jedoch keinen Tadel bedeuten, sondern nur die persönliche Ansicht des Berichterstatters wiedergeben, der ein Freund eines gewissen Figurenreichtums in Werken der Mechanik ist.

Wilhelm Hort.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Grundlagen, Ziele und Grenzen der Leuchttechnik (Auge und Lichterzeugung). Von Professor Otto Lummer. Neue und bedeutend erweiterte Auflage der „Ziele der Lichttechnik" 1903. Mit 87 Abb. u. 1 Tafel. XV und 262 S. in 8°. Verlag von R. Oldenbourg. München und Berlin 1918. Preis geb. 14 M.

Rechtsfragen für Haus und Beruf. Zur Belehrung und Unterhaltung. Von R. Werner. 128 S. in 16°. Verlag von L. Schwarz & Co. Berlin 1918. Preis kart. 1,50 M.

Die staatliche Elektrizitätsversorgung im Königreich Sachsen. Von Georg Friedrich. Bd. 445 der „Juristischen Handbibliothek". X u. 245 S. in 8°. Verlag von Rossberg. Leipzig 1918. Preis geb. 8,40 M.

Neue Zeitschriften.

Archiv für Elektrotechnik. Bd. 6, 1918, Heft 11, enthält folgende Arbeiten: W. Rogowski, Spulen und Wanderwellen. II. Resonanzspannungen beim Einschalten einer Spule aus zwei Windungen; A. Roth, Ein neues Meßinstrument zur direkten Analyse von Wechselströmen (Fortsetzung); R. Richter, Zur Bestimmung der Breite der Wendezone (Berichtigung); H. Gewecke und W. v. Krukowski, Elektrodengröße und Durchschlagspannung bei der Prüfung dünner Isolierstoffe.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Paderborner Elektrizitätswerk u. Straßenbahn A.G., Paderborn.[1]) Nach dem Bericht über 1917 betrugen die Zahl der Abnehmer 5721 (5078 i.V.), der Anschlußwert 6638 kW (6359 i.V.), die Stromabgabe 4,900 kWh (4,517 i.V.), darunter 0,742 Mill. kWh für die Straßenbahn (0,667 i.V.). Die Stromeinnahmen stellten sich auf 0,660 Mill. M (0,596 i.V.). Die Straßenbahn beförderte 4,709 Mill. Personen (3,724 i.V.), leistete 1,165 Mill. Wagenkm (1,052 i.V.) und erzielte 0,753 Mill. M Einnahmen (0,513 i.V.) bei 0.264 Mill. M Betriebsausgaben (0,215 i.V.). Die gesamten Einnahmen des Unternehmens stellten sich auf 1,434 Mill. M (1,127 i.V.) und ergaben einen Reingewinn von 98 870 M (83 206 i.V.), von dem 6% Dividende (5 i.V.) auf 1,5 Mill. M gezahlt werden sollen.

Posener Straßenbahn, Posen. Nach dem Bericht über 1917 betrugen die Fahrleistung 4,539 Mill. Wagenkm (4,459 i.V.), die Zahl der beförderten Personen (ohne Abonnenten) 24,113 Mill. (18,230 i.V.), die Einnahmen aus Fahrgeldern 2,707 Mill. M (1,930 i.V.). Auf den Wagenkm entfallen 59,63 Pf Einnahme (43,27 i.V.) und 31,83 Pf Ausgabe (25,25 i.V.). Aus dem Reingewinn von 0,649 Mill. M (0,434 i.V.) sollen 11% Dividende (10½ i.V.) auf 3,6 Mill. M gezahlt werden.

Dividenden. A. G. für Gas-, Wasser- und Elektrizitäts-Anlagen, Berlin: 4½% (3½ i.V.) auf 6 Mill. M. — Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Badisch-Rheinfelden: 8% auf 12 Mill. M (wie i.V.). — Straßenbahn Hannover: 5½% (3¾ i.V.) auf 24 Mill. M (wie i.V.). — Porzellanfabrik Kahla: 10% (0 i.V.) auf 4 Mill. M. — Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G., Berlin: 12% (10 i.V.) auf 47,75 Mill. M (wie i.V.).

Firmenverzeichnis.

Starkstromanlagen A. G., Berlin. Die Gesellschaft hat in Kreuznach eine Zweigniederlassung errichtet.

Westelektro G. m. b. H., Fabrikation und Großhandel elektrotechnischer Fabrikate, Düsseldorf. So lautet die bisherige Rheinisch-Westfälische Elektrovertriebsgesellschaft vormals E. M. Hoeppe Nachf., G. m. b. H., Düsseldorf. Gegenstand: Fabrikation und Großhandel elektrotechnischer und verwandter Fabrikate sowie Beteiligung an Unternehmungen, die solche Fabrikate herstellen oder vertreiben.

Gesellschaft für Elektrotechnik und Industriebedarf m. b. H., Mannheim. Gegenstand: Handel mit elektrotechnischen und Autobedarfsartikeln und technischen Gummiwaren sowie Herstellung solcher Waren. Stammkapital: 20 000 M. Geschäftsführer: H. Schäfer.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Langenhagen (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Nerdin (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Gabersdorf, Kr. Glatz (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Kainowe, Kr. Trebnitz (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Allgemeine Deutsche Kleinbahn-Gesellschaft A.G., Berlin: um 2,94 auf 12 Mill. M. — Hansa-Lloyd-Werke A. G., Bremen: um 6 auf 20 Mill. M. — Gas- und Elektrizitätswerk Bergstraße A. G., Bensheim: um 0,65 auf 1,25 Mill. M.

Änderungen in der Verwaltung. Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G., Berlin. In den Vorstand berufen: G. Tiaden.

Warenerzeugung und Warenmarkt.

Preiserhöhungen in der österreichisch-ungarischen Elektrizitätsindustrie (vgl. „ETZ" 1918, S. 92). Die österreichischen und ungarischen Elektrizitätsfirmen haben den Teuerungszuschlag auf elektrische Maschinen, Transformatoren, Apparate, Instrumente und Installationsmaterial ab 1. V. von 30 auf 35% erhöht.

[1]) Bericht über 1912 vgl. „ETZ" 1913, S. 543.

Abschluß des Heftes: 25. Mai 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. O. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 6. Juni 1918. Heft 23.

Der Tod durch Starkstrom und die Rettungsfrage.

(Ein Nachwort zu Prof. Dr. H. Boruttaus Vortrag[1]) im Elektrotechnischen Verein in Berlin.)

Von Dozent Dr. Stefan Jellinek, Wien.

Übersicht. **Boruttaus Hypothese über den elektrischen Tod unter Verwerfung der Wiener Auffassung. — Von Boruttau nicht erwähnte Anführungen aus meinen Arbeiten über die Bedeutung der Herzstörungen und insbesondere des Kammerflimmerns. — Feststellung der Unrichtigkeit von Boruttaus Behauptung, wonach für mich „Atemhemmung und nervöse Läsionen" die Hauptrolle spielen. — Widerlegung von Boruttaus Behauptung, die Tierversuche wären von mir nicht auch auf Wechselstrom ausgedehnt worden. — Mitteilung von eigenen, bisher von mir noch nicht veröffentlichten Tierversuchen, deren Ergebnisse in Gegensatz zu Boruttaus Erhebungen stehen. — Tierversuch und elektrischer Unfall als Schulbeispiel von Theorie und Praxis. — Versagen von Boruttaus Hypothese zur Erklärung mancher Todesfälle aus Boruttaus amtlichen Todesprotokollen. — Unhaltbarkeit von Boruttaus Hypothese zur Erklärung von zwei nicht tödlichen Unfällen aus dem Jahre 1910, bei denen Boruttaus Todesbedingungen in klassischer Weise erfüllt waren. — Beispiele aus Boruttaus amtlichem Material, welche die von Boruttau abgelehnte „Mannigfaltigkeit des elektrischen Todes" beweisen. — Boruttaus Behauptung vom Kammerflimmern durch Niederspannung durch Fälle seiner eigenen Protokolle widerlegt. — Boruttaus Behauptung von der Erfolglosigkeit der künstlichen Atmung bei Untersuchung seiner eigenen Fälle mehr als unhaltbar. — Boruttau lehnt meine Auffassung vom elektrischen Scheintod als „gefährliche Irrlehre" ab und spricht vom Tod durch irreparables Kammerflimmern, doch warnt er vor Pessimismus, er will morgen Mittel und Wege finden, um die heute noch unrettbare Herzstörung wieder in Gang zu bringen: also auch nach Boruttau nur Scheintod? — Bis zu diesem „morgen" muß auch Boruttau meine Rettungsmethode in Geltung lassen. — Boruttaus Plan von Kinovorführungen (tödliches Herzkammerflimmern) kaum ein geeignetes Mittel, Leute zu mühevollen Wiederbelebungsarbeiten anzueifern.**

In einem groß angelegten Vortrag über tierexperimentell erzeugtes Herzkammerflimmern, eine gefährliche Störung der normalen Herzrhythmik[1]), versucht Boruttau den physiologisch-pathologischen Nachweis zu liefern, daß der elektrische Todesmechanismus auch bei Menschen vorwiegend auf Herzkammerflimmern beruhe. Durch statistische Verarbeitung eines amtlichen Materials von 1200 elektrischen Unfällen bestrebt sich Boruttau nachzuweisen, daß das tödliche Kammerflimmern immer dann eintrete, wenn zwei hierzu erforderliche Bedingungen erfüllt sind: 1. Einwirkung von Niederspannung (unterhalb 1000 V) und 2. derartige Anordnung der Stromein- und austrittsstellen, daß es dabei zur Durchströmung des Herzens kommt. Von diesem Standpunkt aus erklärt Boruttau nicht nur die Auffassung der „Wiener Schule", womit er mich meint, der elektrische Tod sei in den meisten Fällen nur ein Scheintod, für einen Irrtum, sondern er geht noch weiter und sagt, daß ich die Bedeutung des Herzkammerflimmerns nicht nur nicht erfaßt, sondern sogar absichtlich todgeschwiegen hätte.

Zum Schlusse des Vortrages stellt Boruttau nicht etwa Untersuchungen am Unfallsorte, sondern weitere Tierversuche und eine neue, noch zu erforschende Rettungsmethode in Aussicht. Soweit Boruttaus Vortrag.

In Wirklichkeit scheint es, daß Boruttau meine Arbeiten entweder nicht kennt oder sie nicht richtig zitiert. Ich habe nicht nur in meiner in „Pflügers Archiv" (1908) veröffentlichten Arbeit — es ist die einzige, die Boruttau zitiert — über künstlich erzeugtes Herzkammerflimmern (Hund- und Kaninchenherz) und seine Bedeutung für den elektrischen Todesmechanismus geschrieben, sondern auch in späteren Schriften auf den auch für den Menschen gefährlichen Faktor des Kammerflimmerns mit besonderem Nachdruck hingewiesen. So steht in meinem in den „Jahreskursen für ärztliche Fortbildung" (J. F. Lehmanns Verlag, München 1912) veröffentlichten Artikel „Unfälle durch Elektrizität" — ich brauche nicht zu betonen, daß es sich um Unfälle von Menschen handelt — auf S. 74 wörtlich: „Unter den akuten Unfallsfolgen gehören die seitens des Herzens und Gefäßsystems auftretenden Störungen zu den gefahrdrohendsten Symptomen; nicht in letzter Linie auch deshalb, weil wir z. Zt. über kein Mittel verfügen, um diese Störungen so wirksam zu bekämpfen, wie z. B. die Atmungslähmung.

Nur zu oft lehrt der Tierversuch, daß die Störung der Koordination der Funktion beider Herzhälften, daß das Wühlen und Wogen, das Herzflimmern, als ominöse Symptome anzusehen sind. Es sind allerdings auch diese Symptome besserungsfähig."

In derselben Arbeit sage ich über den Mechanismus des Todes durch Elektrizität auf S. 77: „Die einen Opfer scheinen momentan zu sterben, bei anderen wieder sind es schwere Störungen der Herzfunktion, die das Bild beherrschen, und in der dritten Gruppe signalisiert wieder die Atmungslähmung das herannahende Ende."

In meinem in der Festnummer von „Elektrotechnik und Maschinenbau" (März 1913) veröffentlichten Artikel „Elektropathologie" steht wörtlich auf S. 5 des Sonderabdrucks, Spalte 1: „Der Mechanismus des Todes durch Elektrizität ist kein konstanter, kein typischer .... manche Opfer sind ein augenblicklicher Raub des Todes ... dann gibt es wieder Fälle, bei denen es zu sofortiger Lähmung der Herztätigkeit kommt (primärer Herztod), während die Atmung noch eine Zeitlang ungestört weiter geht, um plötzlich oder allmählich zu erlahmen."

Weitere Anführungen aus anderen meiner Veröffentlichungen sind wohl überflüssig. Trotzdem behauptet Boruttau, „daß dagegen die Annahme der „Wiener Schule", die Jellinek bis heute verficht, durchaus abzulehnen ist, wonach Atemhemmung und nervöse Läsionen eine Hauptrolle spielen." Das von mir ausdrücklich und in jeder Arbeit betonte Gefahrenmoment der Herzstörung hat Boruttau jedenfalls zu zitieren vergessen, sonst hätte er nicht schreiben dürfen, daß ich das von mir experimentell bestätigte Herzflimmern „in Veröffentlichungen für weitere Kreise aber möglichst in den Hintergrund schiebe!"

Ein anderer Irrtum ist Boruttau unterlaufen mit der Frage „Warum hat Jellinek die Versuche nicht auch auf Wechselstrom ausgedehnt." In der „Wiener Klinischen Wochenschrift" 1913, Nr. 44, kann Boruttau meine Rechtfertigung finden; dort nämlich habe ich mitgeteilt, daß ich in einem auf der Deutschen Naturforscherversammlung, Wien 1913, in der Abteilung für allgemeine Pathologie gehaltenen Vortrage „Über die Bedeutung der Art und Intensität elektrischer Starkströme bei Einwirkung auf den Tierkörper") ausdrücklich über Wechselstromuntersuchungen berichtet habe. „...Speziell wurde die Wirkung von Wechselstrom mit jener von Gleichstrom verglichen. Der Tod ist auch bei Einwirkung von Wechselstrom in der Regel ein primärer Herztod infolge von Flimmern, bzw. Aufhören der zirkulatorischen Herzarbeit, wobei die Atmung nach einer gewissen Pause wiederkehrt und nachdauert. Doch können Herz und Atmungszentrum auch gleichzeitig ihre Tätigkeit einstellen."

Seit damals habe ich die Versuche fortgesetzt und insbesondere dem Faktor der Stromrichtung, der elektrischen Durchströmung dieses oder jenes Organsystems, meine Aufmerksamkeit gewidmet. Im letzten Jahre habe ich im Physiologischen Institut der Tierärztlichen Hochschule in Wien an Füchsen und Haselmäusen durch Elektrodenwechsel an den vier Extremitäten sechsfache bzw. zwölffache Stromrichtungen erzielt.

Andere Versuche, die denselben Zweck verfolgten, habe ich an nicht gefesselten Hunden und Katzen ausgeführt, um den Bedingungen des Unfalls möglichst nahezukommen: bis auf eine wurden die Pfoten mit isolierendem Material bedeckt und eine von diesen vorher mit blankem stromführenden Draht umwickelt; die nicht eingebundene Pfote vermittelte Erdschluß. Die Tiere bewegten sich frei in einem großen Holzkäfig, der ohne Boden war und dem Erdschluß demnach nicht hinderlich sein konnte. War z. B. der Leitungsdraht um die angefeuchtete rechte Vorderpfote gewickelt, welche wie noch zwei andere Pfoten mit Leder- oder Gummistücken bedeckt war, und berührte nun das Tier mit seiner nicht bedeckten linken hinteren Pfote das feuchte Erdreich, so war bei eingeleitetem Stromschluß die Stromverteilung eine solche, daß das Herz in den Bereich der größten Stromdichte zu liegen kam. Bei diesen mit Gleich- und Wechselstrom ausgeführten Versuchen, welche Gegenstand einer besonderen Veröffentlichung bilden werden, konnte ich die von Boruttau gemachten Angaben über die Bedeutung der Durchströmung des Herzens ganz und gar nicht bestätigt finden. Boruttaus Versuchen muß allerdings zugute gehalten werden, daß er an narkotisierten Tieren arbeitete und daß Narkotika für die Entstehung von Herzflimmern disponierend wirken; daß Chloroform für ein nicht gesundes Herz ein gefährliches Narkosemittel darstellt, ist allgemein bekannt.

Das ist nun ein Punkt, der bei der Verwertung der im Tierversuch gewonnenen Ergebnisse beachtet werden muß, will man Irrtümer vermeiden. Dazu kommt noch, daß bei keinem Laboratoriumsversuche irgendeines Forschungsgebietes der Medizin und Hygiene Theorie und Praxis so streng auseinanderzuhalten sind wie in der elektrischen Unfallslehre; denn beim Tierversuch, wie er bisher ausgeführt wurde, fehlt das, was beim elektrischen Unfall das

[1]) Veröffentlicht in der „ETZ" 1918, S. 81, 94, 130.

Digitized by Google

Wesentliche und Entscheidende darstellt, das ist das Plötzliche, das unerwartet Einbrechende. Boruttau berücksichtigt aber bei der Beurteilung von Herzflimmern noch folgende Umstände nicht: das Versuchstier wird gewaltsam gefesselt, tief narkotisiert, atmet zumeist auch künstlich (Luftröhrenschnitt), ein schwerer Eingriff in das Gefäßsystem unternommen (Kanüle in ein großes Gefäß eingebunden), diese Einwirkungen von längerer Dauer usw. und als letztes kommt dann der elektrische Schlag! Wo ist die Analogie, wo die Ähnlichkeit mit dem elektrischen Unfall, bei dem der elektrische Schlag Anfang und zuweilen auch Ende eines Erlebnisses bedeutet! Wenn wir trotzdem den Tierversuch nicht missen können, den ich selbst bei meinen Studien herangezogen habe, so darf nicht vergessen werden, daß der Tod des Menschen durch Elektrizität letzten Endes einzig und allein nur durch Beobachtung am Menschen erforscht werden wird.

Boruttau berichtet zwar nicht, daß er über eigenes Unfallmaterial verfügt, er bringt vielmehr ein amtliches Material von 1200 elektrischen Unfällen, von denen 340 tödlich verliefen. Die in der „Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin" (III. Folge, Bd. 55, Heft 1) mitgeteilten Protokolle von 340 tödlichen Unfällen enthalten ein ebenso lehrreiches wie interessantes Material für elektrohygienische Forschung, insbesondere für Unfallverhütung; nur für eine Frage u. zw. die der Erforschung des elektrischen Todesmechanismus und die der Rettung erscheint das Material u. zw. aus mehrfachen Gründen vollständig ungeeignet, wie gleich ausgeführt werden soll.

Darin liegt Boruttaus Hauptirrtum, daß er an der Hand einer statistischen Zusammenstellung der 340 Todesfälle gewissermaßen den mathematischen Beweis für seine Lehre konstruieren wollte; außerdem sollten dadurch „die Irrtümer der Wiener Schule" bloßgestellt werden.

Mit Statistik läßt sich zwar vieles beweisen, aber eben nicht alles. Weniger Bedeutung messe ich dem Umstande bei, daß Boruttau wohl vergessen hat, die Überlebenden der 1200 amtlich gemeldeten elektrischen Unfälle statistisch zu verwerten und auch an diese seinen Maßstab (Herzdurchströmung und Niederspannung) anzulegen; nahezu $^2/_3$ der Fälle sind dadurch ununtersucht geblieben. Boruttau ist bei der statistischen Verarbeitung des amtlichen Unfallmaterials bezüglich des elektrischen Todesmechanismus und seiner Bedingungen ein viel größerer Irrtum unterlaufen, u. zw. der, daß er vergessen hat, in seine Berechnung alle jene Personen einzustellen, welche elektrische Unfälle erlitten, am Leben blieben, über die aber keine Fragebogen ausgefüllt wurden. Hat Boruttau nicht bedacht, daß die von ihm für das Entstehen von Kammerflimmern postulierten zwei Bedingungen eigentlich bei der Mehrheit der in der Unfallpraxis vorkommenden Elektrisierungen zutreffen? Zumeist gerät man durch die Hände, durch den Oberkörper und den Kopf und Hals mit stromführenden Gegenständen in Berührung, welche auf dem Wege des Erdschlusses (Füße, Gesäß) zu einem mehr oder minder verhängnisvollen Stromkreis führt; daß es hierbei zu einer mehr oder minder starken Durchströmung des Herzens kommt, ist mit Rücksicht auf die zentrale Lagerung dieses Organs nur natürlich[1]).

[1]) In meiner „Elektropathologie" 1903, S. 51, 56, berichtete ich über eine an einem durch Starkstrom getöteten Pferd ausgeführte Messung, durch welche ich die Stromverteilung bzw. Organdurchströmung untersuchen wollte. „Zu einem solchen Punkte wurde einmal das Gehirn gewählt. Die Schädeldecke einer Pferdeleiche wurde mit einem Drillbohrer trepaniert und ein bis auf die Spitze isolierter Draht wurde in das Gehirn eingestochen, um die Potentialdifferenz zwischen Gehirn und Lende festzustellen." Das zwischen diesen zwei Punkten eingeschaltete Voltmeter ließ eine Spannung von 204 V erkennen; im Rachen und Rektum waren die zwei Pole der Gleichstromleitung mit 110 V Klemmenspannung eingelegt. Ich erwähne die Messung, um zu zeigen, daß auch außerhalb der Verbindungsstrecke der zwei Elektroden gelegene Organteile von erheblichen Strommengen getroffen werden.

Aber auch Boruttaus zweite Forderung, die der Niederspannung, trifft bei der erdrückenden Mehrheit der unbeabsichtigten Elektrisierungen ebenfalls zu, weil Verbrauchseinrichtungen mit Niederspannungen unvergleichlich und ungewöhnlich häufiger sind als Apparate mit Hochspannung. Aber wie wenig Todesfälle gibt es eigentlich, glücklicherweise, im Verhältnis zu der äußerst hohen Zahl von mehr oder minder ernsten Gesundheitsstörungen, die in elektrischen Betrieben und im Verkehrsleben überhaupt sich alltäglich durch elektrische Ströme ereignen!

Doch wenn wir von all diesen Erwägungen absehen und uns Boruttaus Auffassung zueigen machen und seine Statistik prüfen, so erfahren wir, daß seine Ziffern mehr gegen als für seine Lehre sprechen; wie Boruttau selbst in Zahlentafel 1 mitteilt, sind es nur 102 Fälle unter den 340 tödlichen Unfällen, also nicht einmal ein Drittel, bei denen brauchbare Angaben über Elektrodenlagerung und Stromverbreitung vorliegen und bei denen „Stromdurchgang durch das Herz sicher" ist.

Bei 82 Fällen (als Nebensächlichkeit sei erwähnt, daß ich in dem Protokoll 145 derartige Fälle zählte) sind die Angaben über Stromein- und -austrittstellen derartig unsichere, daß Boruttau den Stromdurchgang durch das Herz wahrscheinlich hält, ohne zu bedenken, daß „wahrscheinlich" nicht beweiskräftig ist und daß ein anderer mit demselben Recht oder Unrecht ebenso „unwahrscheinlich" sagen könnte. Nun hat aber Boruttau in seiner Zahlentafel 1 noch 8 Todesfälle, bei denen „die Angaben nachzuweisen scheinen, daß der Strom nicht durch das Herz gegangen sei", also 8 Todesfälle ohne Durchströmung des Herzens nach Boruttaus eigener Angabe! Aber Boruttau schwächt das Geständnis ab mit den Worten: „Aber genaueres Zusehen macht das auch hier sehr unsicher". Ich habe in Boruttaus Protokollen die 8 Fälle (Nr. 31, 84, 91, 133, 208, 268, 292, 318) studiert, habe aber „bei genauerem Zusehen" nichts entdecken können, was Boruttaus ursprüngliche und richtige Angabe „Stromdurchgang durch das Herz unwahrscheinlich" zu ändern geeignet wäre.

Warum äußert sich Boruttau nicht über jene Fälle, bei welchen seine zwei geforderten Bedingungen erfüllt waren, das Herzflimmern aber trotzdem nicht eingetreten ist; die Opfer sind vielmehr an Komplikationen, anderen Erkrankungen zugrunde gegangen; so erzählt Protokoll Nr. 36, daß Werkmeister G., der die Leitung versehentlich berührte, eine Verbrennung an der linken Hand erlitten, „in der Folge an Wundstarrkrampf starb".

Protokoll Nr. 287 erzählt, daß Monteur M. zwei Phasendrähte (Drehstrom 380 V) in die Hände nahm, in Ohnmacht fiel, daß Wiederbelebungsversuche Erfolg hatten, und daß er „drei Monate später starb"[1]).

Auf die Besonderheit der Herzdurchströmung habe ich durch Veröffentlichung von Kasuistik zweimal in der „Wiener klinischen Wochenschrift" 1910, Nr. 6, S. 50, mit Nachdruck die Aufmerksamkeit gelenkt:

1. „Ein 18-jähriger Elektromonteur R. erfaßt mit seiner linken Hand einen schlecht isolierten Leitungsdraht (Gleichstrom 110 V) in einem Kellerraum (5-Leitersystem bis 440 V), schrie um Hilfe, wurde bewußtlos, kam gleich zum Bewußtsein", „das Herz lag auf der Strombahn: ob dessen Funktion ernstlich in Mitleidenschaft gezogen wurde, war nicht festzustellen; man merkte nur, daß R. weiß und grün wurde; .. auf jeden Fall ist die Atmungstätigkeit und Funktion des Herzens, wenn es während des tonischen Krampfzustandes zu einer Störung oder gar Stillstand gekommen war, augenblicklich und spontan wiedergekehrt. als der Stromkreis unterbrochen wurde." („Kasuistischer Beitrag zur Elektropathologie", „Wiener klinische Wochenschrift" 1910, Nr. 6).

2. „Ein 28-jähriger Elektromonteur berührte mit der linken Hand ein geerdetes Bergmannrohr (Messing) ... mit der rechten Hand den Draht der elektrischen Oberleitung (Gleichstrom 580 V) ... er wurde nicht bewußtlos und befreite sich durch Selbstrettung (Erzeugen eines Kurzschlusses); der Unfall ein besonderes Gepräge: die besonders gefährliche Stromrichtung (Herz auf der Strombahn) ... Intaktbleiben der Herz- und Lungentätigkeit. Das Herz kam im konkreten Fall gewiß in den Bereich einer gefährlichen Stromzone, vielleicht auch der größten Stromdichte zu liegen, trotzdem will der Mann nicht die geringsten Erscheinungen seitens seines Herzens beobachtet haben, auch kein Herzklopfen oder etwas ähnliches" („Elektropathologica", „Wiener klin. Wochenschr." 1910, Nr. 50).

Beide Fälle habe ich im Jahre 1910 besonders veröffentlicht, um die Wertung der Herzdurchströmung zur Diskussion zu stellen; in beiden Fällen waren Boruttaus Bedingungen (Niederspannung und Herzdurchströmung) genau erfüllt: in beiden Fällen sind die Betroffenen am Leben geblieben! Nach Boruttaus Lehre hatten sie Herzkammerflimmern zu bekommen und beide hatten sie zu sterben! Ich habe mehrere solcher „klassischen" Fälle gesehen, die das Gegenteil von Boruttaus Lehre beweisen, ich beschränke mich aber auf diese im Jahre 1910 (!) veröffentlichten Beispiele.

Solche Beispiele, die das Gegenteil von Boruttaus Lehre beweisen, gibt es mehrere! Einen geradezu klassischen Beleg für die Unhaltbarkeit der Boruttauschen Beweisführung bilden die in seinem Protokoll geschilderten Doppelunfälle, bei denen nicht nur die zwei für Kammerflimmern geforderten Bedingungen vorhanden, sondern auch sonst die äußeren Umstände für beide Opfer die gleichen waren. Trotzdem waren die Unfallfolgen die denkbar verschiedensten; der eine starb, der andere blieb am Leben! Vgl. die Fälle Protokoll Nr. 11, 17, 23, 70, 83, 104, 120 usw. usw. In allen diesen Doppelunfällen finden wir die Bestätigung, daß es keine Type und keine Schablone des elektrischen Unfalls gibt.

Diesen Doppelunfällen gebührt auch noch deshalb eine besondere Bedeutung, weil nicht immer der Verunglückte, sondern auch manchmal nur der zu Hilfe eilende Retter getötet wurde, z. B. Fall 17 (Drehstrom 500 V): Arbeiter auf Zeche Deutscher Kaiser getötet, wollte verunglücktem Lehrling helfen, der nur betäubt wurde.

Ebenso interessant und lehrreich ist Protokoll Nr. 233: Von zwei Arbeitern, die an einer stromlosen Leitung beschäftigt waren, wurde einer durch Blitzschlag in diese getötet, ein anderer nur vorübergehend betäubt.

Protokoll 285: 3 Arbeiter, welche mit ihren Händen eine Eisenschiene angefaßt hatten, welche mit einer Leitung (Drehstrom 220 V) in Berührung geraten war, erleiden einen elektrischen Unfall: einer bleibt tot liegen, die beiden anderen erleiden keinen ernsten Schaden; also dieselben Bedingungen und doch so verschiedene Wirkungen!

Für Boruttau besteht eine Einheitlichkeit des elektrischen Todesmechanismus

[1]) In der „Wiener Klin. Wochenschr." 1900, Nr. 51, berichtete ich über Untersuchungen an Elektroarbeitern, welche ich der Einwirkung von Gleich- und Wechselstrom, u. zw. von 51 bis 150 V, durch mehrere Sekunden von rechter zur linken Hand und weiterhin auch der Einwirkung 310 bis 320 V nur bei Momentkontakt mit dem Finger einer Hand (Erdschluß) ausgesetzt habe. Es sollten vorwiegend die Änderungen des Blutdruckes und die Frequenz der Herztätigkeit studiert werden. Daß auch so niedrige Spannungen mitunter gefährlich werden können, war damals ganz unbekannt; hinzufügen möchte ich nur, daß ich mich immer selbst vorher der Stromwirkung unterwarf. Ich habe beiläufig an 80 Arbeitern Untersuchungen ausgeführt; die Ergebnisse, die sehr lehrreich waren und in obengenannter Zeitschrift („Beobachtungen an Elektrizitätsarbeitern") veröffentlicht wurden, gewinnen heute besondere Bedeutung, weil bei diesen Untersuchungen Boruttaus Bedingungen (Herzdurchströmung und Niederspannung) mehr als erfüllt waren. Keine einzige dieser Versuchspersonen erlitt die geringste Gesundheitsstörung, keiner bekam Kammerflimmern! Diese im Jahre 1900 mitgeteilten Untersuchungsergebnisse machen es wohl überflüssig, noch über eigene später an Verunglückten gemachte Beobachtungen zu berichten, zumal Boruttaus amtliche Protokolle die überzeugendsten Argumente gegen seine Lehre liefern.

Digitized by Google

(Herzkammerflimmern), und er verwirft die von mir vertretene Auffassung von der Mannigfaltigkeit und Vielgestaltigkeit des elektrischen Todesmechanismus (primäre Herzlähmung, primäre Atmungslähmung, primäre Hirnrindenlähmung usw.). Liest man aber Boruttaus eigene Protokolle, so findet man, daß die von ihm verworfene „Buntscheckigkeit" des Todesmechanismus dennoch zu Recht besteht. Man lese z. B.:

Protokoll
Nr. 38: „schrie auf und war gleich tot".
„ 40: „war sofort tot".
„ 49: „röchelte noch, auch wurde noch Herztätigkeit festgestellt".
„ 92: „starb eine Viertelstunde später".
„ 104: „er stöhnte auf und hielt den Türhebel fest umklammert".
„ 113: „schrie auf, wurde bewußtlos mit Wagen in ein Krankenhaus gebracht, starb aber unterwegs".
„ 143: „lebte auf dem Abtransport noch und war bei Bewußtsein."
„ 240: „sagte noch „es ist gut, daß Sie mich fortgezogen haben"; fing zu würgen an und verschied".
„ 287: „fiel in Ohnmacht, Wiederbelebung von Erfolg".
„ 339: „angeblich noch eine Viertelstunde nach Berührung noch Puls wahrnehmbar".

Alle die aufgezählten Fälle gehören aber außerdem in Boruttaus Gruppe „Stromdurchgang durch das Herz sicher"; bei den meisten dieser Fälle (12 Nieder- und 6 Hochspannung) war auch die zweite Forderung Boruttaus erfüllt, und trotzdem scheint nicht Herzkammerflimmern, das in Sekunden (Minuten?) zum Tode führt, die Todesursache gewesen zu sein. Boruttau scheint eben nicht zu berücksichtigen, daß außer den Störungen der Herztätigkeit, der Atmung und des Bewußtseins, auch noch ein anderer Faktor eine wichtige Rolle spielt, das sind die Druckverhältnisse im Gehirn und Rückenmarkskanal. Wie in anderen Schriften, so habe ich in Eulenburgs „Real-Encyklopädie", IV. Aufl., S. 885, wörtlich geschrieben: „Noch durch einen anderen operativen Eingriff wird der Arzt imstande sein, in manchen Fällen das Rettungswerk zu unterstützen: durch die Lumbalpunktion und Ablassen einer größeren oder geringeren Menge von Cerebrospinalflüssigkeit. Wie schon eingangs erwähnt, bieten manche elektrisch Verunglückte Symptome eines gesteigerten Hirndrucks. Eine lege artis und unter strengsten Kautelen der Asepsis ausgeführte Lumbalpunktion ist unter allen Umständen ein ungefährlicher Eingriff, der manchem Scheintoten die entscheidende Hilfe zu bieten imstande ist. In jenen Fällen, wo der Liquor im Strahl und nicht tropfenweise herausstürzt, wird man ohne Schaden für den Verunglückten eine Menge von ungefähr 1 bis 2 Eprouvetten abfließen lassen. Auch während dieser Operation muß die künstliche Atmung sistiert werden."

Boruttau sagt, Kammerflimmern entstehe nur durch Niederspannung; den Widerspruch, daß unter den von ihm mitgeteilten Todesfällen (340) eine erhebliche Zahl (152) durch Hochspannung verschuldet ist, versucht er mit den Worten zu erklären, „daß bei zahlreichen Hochspannungsunfällen gar keine Berührung, sondern nur eine gewisse Annäherung an den stromführenden Leiter nötig ist ... hier findet der hauptsächliche Potentialausgleich außerhalb des Körpers statt, der Anteil des Gefälles, der sich im Körper ausgleicht, entspricht einer Niederspannung ..." Daß dem aber nicht so ist, beweisen seine eigenen Protokolle; die Opfer berührten mit ihren Händen die stromführenden Teile, wobei direkter Elektrizitätsübergang und Potentialausgleich im Körper und nicht „Spannungsabfall außerhalb des Körpers" stattfand!

Protokoll 46: „Monteur W. griff mit der einen Hand nach der Hochspannungsleitung (Drehstrom 5000 V), mit der anderen an die geerdete Überspannungssicherung".
Protokoll 87: „Arbeiter Sk. faßte mit der rechten Hand den Leitungsdraht (Drehstrom 2000 V) mit der linken das Schutznetz".
Protokoll 279: „(25 000 V)".
Protokoll 301: „Obermonteur B. Der Strom (Drehstrom 15 000 V) ging von Hand zu Hand durch den Verunglückten usw".

Den schlichten Worten des Protokolls ist nichts hinzuzufügen.

Den verhängnisvollsten Irrtum in der Verwertung der Todesprotokolle begeht Boruttau darin, daß er aus den stereotyp wiederkehrenden Vermerken „künstliche Atmung erfolglos" den Beweis erbringen will, daß die künstliche Atmung nutzlos sein mußte, weil der Tod durch Kammerflimmern bedingt war, und weil Kammerflimmern durch künstliche Atmung nicht bekämpft werden könne. Boruttau hat nicht bedacht, daß eine solche Beweisführung nur unter zwei Voraussetzungen durchführbar wäre:

1. Müßte in den Protokollen vermerkt sein nicht bloß, wie bald, wie frühzeitig nach dem Unfall die künstliche Atmung begonnen, sondern ob sie auch sachgemäß nach allen Regeln der Kunst ausgeführt wurde; man braucht nicht erst im kritischen Moment am Unfallsorte mit Bedauern zu sehen, was da als künstliche Atmung produziert wird; schon bei den Samariterkursen wird man staunen, wie falsch auch die vorgebildeten Sanitätsgehilfen die künstliche Atmung ausführen. Solange nicht alle Ärzte die künstliche Atmung beherrschen, wird diese recht traurige Angelegenheit nicht viel besser werden. Ich selbst habe in der „Wiener klinischen Wochenschrift" 1912, Nr. 25, über einen Fall berichtet, bei dem durch allzu energische künstliche Atmung der Mageninhalt ausgepreßt und in die Luftröhre und deren feinste Verzweigungen hineingetrieben wurde.

2. Müßten über die Todesfälle Obduktionsbefunde vorliegen! Boruttau scheint es nicht zu vermissen, daß nicht in einem einzigen der 340 Todesfälle eine Leicheneröffnung vorgenommen wurde! Wenn auch die am Kammerflimmern Verstorbenen wohl kaum einen auffälligen pathologisch-anatomischen Herzbefund erkennen lassen, so vermag doch die Obduktion andere, den plötzlichen Tod bedingende Ursachen aufzudecken. Sehr interessant war die diesbetreffend in der Diskussion von Alvensleben gemachte Mitteilung, daß in 5 elektrischen Todesfällen bei der Obduktion von Schridde 5-mal status thymico-lymphaticus festgestellt wurde. Auch andere Erkrankungen, z. B. der Lunge, des Herzens, der Niere, der Gefäße usw., welche ein disponierendes Moment für den plötzlichen Tod darstellen, wurden durch Leicheneröffnungen gefunden. Um die Erforschung des elektrischen Todesmechanismus auch nach dieser Richtung zu vertiefen, habe ich auf dem internationalen Kongreß für gerichtliche Medizin in Brüssel 1910 den Antrag gestellt, es möge die Kongreßleitung bei den verschiedenen Regierungen vorstellig werden: jede durch atmosphärische oder technische Elektrizität getötete Person ist einer obligatorischen Leicheneröffnung zu unterziehen. Der Antrag wurde zum einstimmigen Beschluß des Kongresses erhoben. („Archives de médecine légale", Liége 1910, S. 283).

Doch schon ein kritisches Studium des Protokolls allein hätte Boruttau vor dem Irrtum bewahrt, aus ihm die Nutzlosigkeit der künstlichen Atmung herauszulesen:

Protokoll
Nr. 49: „Bergarbeiter erhielt bei Berührung mit der Hand einen Schlag (Wechselstrom 220 V), der ihn betäubte, auch wurde noch Herztätigkeit festgestellt. Wiederbelebungsversuche nach 5 min unterbrochen, um den Verunglückten zu Tage zu schaffen, dann noch eine Viertelstunde erfolglos fortgesetzt".
Nr. 264: „Tot vorgefunden. Zweistündige Wiederbelebungsversuche erfolglos, sonst nichts Näheres".
„ 270: „Keine näheren Angaben. Zweistündige Wiederbelebungsversuche erfolglos".
„ 339: „Angeblich eine Viertelstunde nach Berührung noch Pulse wahrnehmbar. Künstliche Atmung von Hand sofort, mit Pulmotor nach 1½ Stunden eingeleitet, ohne Erfolg" usw.

Ja, ist denn Boruttau nicht aufgefallen, daß im 1. und 4. Fall (49, 339) noch Herztätigkeit vorhanden war, es sich mithin nicht um Kammerflimmern gehandelt haben könne und daß diese Fälle auch nach seiner Meinung für künstliche Atmung geeignet gewesen seien; und trotzdem brachte diese keinen Erfolg. Ist es nicht naheliegend, ja als sicher anzunehmen, daß die künstliche Atmung weder zeitgemäß noch kunstgerecht ausgeführt wurde! Im 1. Fall wird dies ja direkt gestanden (Unterbrechung und Zutageförderung des Verunglückten). Aber auch Fall 2 und 3 (264 und 270) zeigen, auf welcher Basis Boruttaus Beweise ruhen: es steht wohl der Vermerk „zweistündige Wiederbelebung erfolglos", doch kein Wort, welche Frist[1]) zwischen Unfall und Wiederbelebungsversuch verstrichen ist; im Falle 264 steht sogar „Tot aufgefunden"; der Tod kann also auch eine Stunde oder noch länger vor der Auffindung eingetreten sein. Hat Boruttau bedacht, daß durch seine Schlußfolgerungen der Wert der künstlichen Atmung nicht nur für die elektrische Unfallehre, sondern überhaupt in Mißkredit gebracht wird? Über meine Wahrnehmungen erfolgreicher Anwendung von künstlicher Atmung will ich schweigen und nur darauf verweisen, daß Alvensleben („ETZ" 1915, S. 381) mitteilt, daß im rheinisch-westfälischen Industriebezirk 17 Personen nach elektrischen Unfällen durch die künstliche Atmung nach Silvester das Leben zurückgegeben wurde, in einem Fall sogar nach 1½ Stunden!

Es ist eine besondere Ironie der Tatsachen, daß Boruttau, der auszog, um die „Irrtümer der Wiener Schule" zu bekämpfen, selbst eine Reihe von Irrtümern begeht, von denen der folgende am meisten in das Auge springt: Ich stehe auf dem Standpunkt, daß der elektrische Todesmechanismus kein einheitlicher ist, daß dafür keine Type besteht; nur in einem einzigen Punkte zeigen die gefahrdrohenden Symptome, von welch lebenswichtigen Zentren sie auch ausgehen mögen, eine Übereinstimmung, in dem Punkte nämlich, daß sie besserungsfähig sind. Deshalb habe ich die Bezeichnung Scheintod gewählt, um einerseits präzis und bündig das Zustandsbild zu charakterisieren, anderseits der Rettung einen aneifernden Weg zu weisen.

Boruttau verwirft den Ausdruck Scheintod; er nennt meine Auffassung eine „gefährliche Irrlehre vom Scheintod", weil nach seiner Lehre der elektrische Todesmechanismus in Herzkammerflimmern beruht und „Kammerflimmern irreparabel" sei. Doch ist das nicht Boruttaus letztes Wort: am Schluß seines Vortrages meint Boruttau, „daß wir — bezüglich des irreparablen Herzkammerflimmerns — nicht zu pessimistisch sein dürfen", daß es doch gelingen könnte, Mittel und Wege ausfindig zu machen, das tödliche Kammerflimmern wirksam zu bekämpfen. Glaubt aber Boruttau, daß dies gelingen wird, dann glaubt er auch, daß die armen Opfer doch nur scheintod sind!

[1]) Auf die Ausnützung der allerersten, nach dem Unglück verstreichenden Minuten habe ich des öfteren hingewiesen; es sind die entscheidenden für das Gelingen der Rettung! Leider läßt man gerade diese kritische Zeit, die nur nach Minuten zählt, ungenützt verstreichen: es ist die Verfallsfrist an den Tod! Dies wird weder in den Protokollen vermerkt, noch auch von Boruttau beachtet.

Digitized by Google

Worin besteht aber dann der Kampf gegen meine „gefährliche Irrlehre vom Scheintod"?

Auf Boruttaus Frage, was ich nunmehr zu seiner Verwertung des Unfallmaterials sagen, und ob man mir noch etwas von elektropathologischer Autorität zubilligen kann, darf ich wohl erwidern, daß dies für die vorstehende Polemik von ganz untergeordneter Bedeutung ist; wissenschaftliche Wahrheiten werden nicht von Autoritäten, sondern von Tatsachen gestützt! Für die Leser und Praktiker ist die Frage wichtiger, ob Boruttau in seinem Vortrage eine neue Tatsache für die Erforschung des elektrischen Todesmechanismus — für mich ist er trotz sorgfältiger und jahrelanger Beobachtungen und Untersuchungen am Unfallorte, Krankenbett und in der Leichenkammer noch immer ein großes Geheimnis — gebracht oder auch nur einen Wink für eine Verbesserung unserer Rettungsmethoden gegeben hat! Leider wird man vergebens nach dem einen oder anderen suchen. Finden wird man nur zwei, von Boruttau entworfene Arbeitspläne:

1. Vorführung von tierexperimentellem Kammerflimmern auf einem kinematographischen Film zur Belehrung der Elektroarbeiter über die Gefahren der Elektrizität,
2. neue Tierversuche über Herzkammerflimmern und seine wirksame Bekämpfung.

Ob die Vorführung von tödlichem Kammerflimmern ein geeignetes Propagandamittel ist, um Laienhelfer, in deren Händen die Rettung elektrisch Verunglückter fast ausnahmslos gelegt ist, zu überzeugen, daß ihre Wiederbelebungsversuche von Erfolg gekrönt werden, ist zu bezweifeln.

Nur der Anschauungsunterricht und praktische Übungen vermögen die nötige Aufklärung über Unfallverhütung und erste Hilfeleistung zu verbürgen, eine Methode, auf die ich längst hingewiesen habe und die sich in Wien erfolgreich bewährt! Diese Aufgaben der Elektrohygiene, und nicht tierexperimentelle — für die Wissenschaft vielleicht noch so interessante — Bilder habe ich in einem kinematographischen Film auf der Hygieneausstellung in Dresden 1911 vorgeführt.

Was Boruttaus zweiten Programmpunkt anbelangt, so ist zu hoffen, daß der Laboratoriumsversuch uns der Lösung des Problems näher bringen wird, zumal namhafte Forscher des In- und Auslandes seit Jahren der Entstehung und Bekämpfung des Herzkammerflimmerns ihre Lebensarbeit widmen. Bis dahin aber bleiben die erprobten Regeln der ersten Hilfeleistung und insbesondere die künstliche Atmung zum Segen der Verunglückten in Geltung.

Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom.

Von Mendel Osnos, Berlin-Wilmersdorf.

(Schluß von S. 218.)

Versuchsergebnisse.

Wegen des Kriegsausbruches konnten zahlreiche begonnene Versuche mit der Regelungsart a) nicht zu Ende geführt werden. Dagegen waren verschiedene mit der Regelungsart b) vollständig abgeschlossen und deren Ergebnisse sollen hier mitgeteilt werden.

I. Geschwindigkeitsregelung eines Bahnmotors von 600 kW Stundenleistung bei 16,66 Perioden, 890 V und 190 Umdr/min der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.
(Lokomotive 1-D-1 Lauban—Königszelt.)

Der Motor war (s. Abb. 16) in einer besondern, doppelt gespeisten (vom Verfasser herrührenden) Schaltung mit einer Drosselspule im Mittelleiter nach D.R.P. Nr. 219 809 geschaltet, und es sollte an demselben das Prinzip der Schaltung Abb. 7 ausprobiert werden.

Zu diesem Zwecke wurde parallel zu der Feldwicklung eine durch Gleichstrom geregelte Drosselspule *D* gelegt, die normal nur geringen,

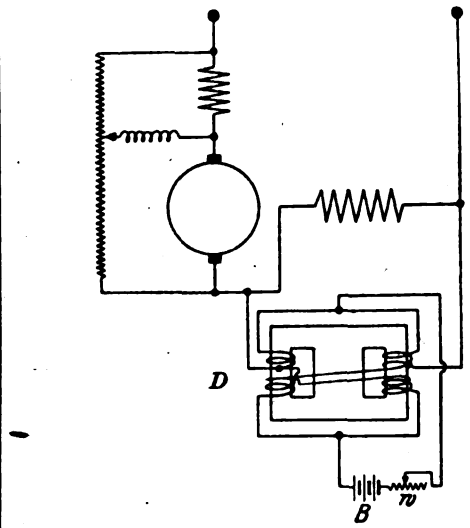


Abb. 16. Regelung eines doppelt gespeisten Bahnmotors von 600 kW (Lokomotive Lauban—Königszelt 1-D-1).

sobald sie aber durch Gleichstrom gesättigt ist, starken Magnetisierungsstrom aufnimmt. Die Gleich- und Wechselstromwicklungen waren dabei nach Abb. 9b vereinigt, um die Stromverluste möglichst zu reduzieren.

Da es sich um das Prinzip handelte, wurde die Feldänderung nicht, wie es in der Praxis wohl am geeignetsten wäre, zur Geschwindigkeitsregelung benutzt, sondern es wurde die Drehzahl durch die Belastungsdynamo konstant gehalten und die Änderung der Leistung und des Drehmomentes des Motors für konstante Motorspannung in Abhängigkeit vom Gleichstrom der Drosselspule beobachtet. Es ergaben sich folgende Werte:

Drehzahl	Motorspannung V	Rotorstrom	Drosselspule Gleichstrom A	Drosselspule Wechselstrom A	Ps.	Lmkg
150	249	1500	0	rd 50	327	1560
150	249	1960	100	450	392	1870
150	249	2100	150	680	448	2140

Die Drosselspulenspannung auf der Wechselstromseite war in max = 75 V.

Man erkennt, daß das Drehmoment und die Leistung um etwa 90 kW bzw. 600 mkg, also um etwa 37% geregelt wurden, bei nur in max 680 × 75 = etwa 50 kVA Aufnahme der Drosselspule. Der Gleichstromverbrauch war nur etwa 800 W, er könnte also in der Praxis einer kleinen mitgeführten Batterie entnommen werden.

Besonders bei Bahnmotoren läßt sich diese Regelungsmethode außer zu einer Drehzahlregelung im Betriebe noch zu folgenden Zwecken verwenden:

a) Anlauf. Beim Anlauf kann zur Verringerung der Funkenbildung ein schwächeres Feld eingestellt werden, um dann allmählich verstärkt zu werden.

b) Verringerung der Stufen-, Schützen- und der Leitungszahl bei allmählichem Anlassen. Vor dem Übergang von einer Spannungsstufe auf die andere wird durch Feldschwächung die Drehzahl gesteigert, dann zugleich mit der Einschaltung der höheren Spannung das Feld wieder verstärkt. Auf diese Weise erfolgt bei kleinerer Stufenzahl des Fahrschalters der Übergang von einer Spannung auf die andere bei stetigem Anwachsen des Drehmomentes und der Energieaufnahme. Die Zahl der Stufen am Transformator, der Zuleitungen und der Schützen, die zum allmählichen Übergang von einer Spannung auf die andere notwendig sind, können also bedeutend verringert werden.

c) Kommutierung. Wird eine Drosselspule, wie in vorliegendem Falle, im Mittelleiter oder, wie in anderen Fällen, parallel zum Anker verwendet, so kann zum Zwecke besserer Kommutierung auch diese durch Gleichstrom geregelt werden.

II. Feldregelung eines Drehstrommotors *D* 750/15 (Abb. 17).

Bei diesem Versuche handelte es sich darum, die Wirksamkeit der Regelung nach Abb. 8 festzustellen, denn diese liegt ja den weiteren Schaltungen Abb. 4 bis 6 zugrunde. Es wurde deshalb ein gewöhnlicher 11 kW-Drehstrommotor genommen und dessen Ständerwicklung

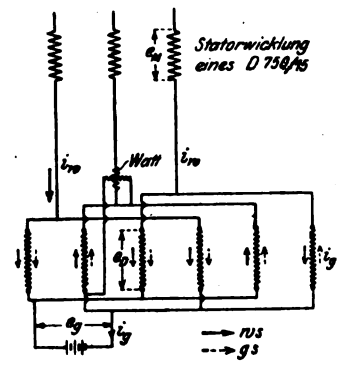


Abb. 17. Feldregelung eines Drehstrommotors D 750/15.

mit einer 8-schenkligen Drosselspule nach Abb. 13 in Reihe geschaltet. Die Gleich- und Wechselstromwicklung waren dabei vereinigt und nach Abb. 14a geschaltet. Zur Bestimmung der Verluste in der Drosselspule war ein Wattmeter eingeschaltet. Die Bedeutung sämtlicher

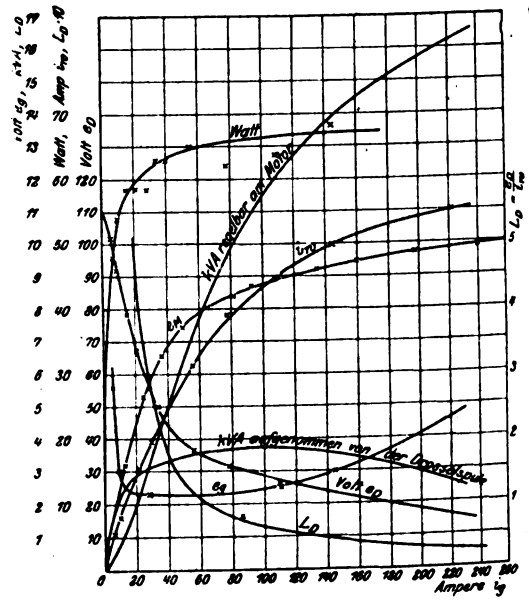


Abb. 17a. Feldregelung eines Drehstrommotors D 750/15.

Bezeichnungen ist aus Abb. 17 und 17a ohne weiteres klar. Den Schaulinien seien einige Werte entnommen (Tafel 1):

Zahlentafel 1.

L_D (in Ohm)	e_g	i_g	i_w	e_D	e_M	$\frac{e_D}{e_M}$	Drosselspule kVA	Motor kVA	Gleichstrom Watt	Wechselstrom Watt
75	0	0	1,5	110	7,1	15,5	142,5	0,05	0	27
8,13	2,3	26	18,5	58	58	1	3,72	3,22	60	62
0,675	2,4	98	43	29	87	1/3	3,750	11,22	235	67
0,364	4,0	187	53	19,3	86,5	1/5	3,075	14,55	750	?

Digitized by Google

Aus dieser Zahlentafel ist u. a. zu ersehen, daß man mit einer Gleichstromerregung, die ungefähr gleich dem Höchstwert der Wechselstromerregung ist ($i_w = 18{,}5 \times 1{,}414 = 26{,}2$) das Verhältnis der Drosselspulenspannung zu der Motorspannung auf das 15,5-fache verkleinern kann. Ferner ist zu ersehen, daß man mit einem Gleichstromverbrauch von nur etwa 235 W eine magnetische Energiemenge am Motor von etwa 0 bis 11,22 kVA regeln kann.

Geschwindigkeitsregelung eines Drehstrom-Kommutatormotors. W.E.D. 750/40 (40 PS).

Die Schaltung war prinzipiell dieselbe wie nach Abb. 6, nur mit dem Unterschiede, daß zwischen der Drosselspule und der Sekundärwicklung des Transformators t noch ein zweiter die Spannung der Drosselspule herabsetzender Hilfstransformator lag. Dieses war bei der vorhandenen Drosselspule deshalb nötig, weil sie im Verhältnis zum Motor eine zu hohe Induktanz aufwies und somit nach unserer Gl. (6) (da L_2/L_1 groß war) bei nicht allzu großer Gleichstromerregung eine zu hohe Drehzahl aufweisen würde. Bei der praktischen Ausführung würde man natürlich eine Anzahl Windungen der Drosselspule entweder ab- oder parallelschalten.

Der Zweck der Schaltung war, die Gl. (6) auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen. Da wir aber, wie gesagt, einen Zwischentransformator hatten, so war nicht die Induktanz L_2 der Drosselspule maßgebend, sondern L_2', d. h. diejenige an den Klemmen der Sekundärwicklung des Zwischentransformators. Die Sekundärwicklung des Zwischentransformators und die Ständerwicklung werden nun stets von ein und demselben Magnetisierungsstrom durchflossen, also ist

$$\frac{L_2'}{L_1} = \frac{e_d'}{e_K},$$

wenn e_d' die Spannung an der Sekundärwicklung des Transformators und die Ständerspannung e_K ist.

Die Übersetzung K des Transformators t (Abb. 6) wurde gleich 1 gewählt. Da aber der Transformator ziemlich große Streuung hatte, so waren tatsächlich die Spannungsverhältnisse von primär und sekundär nicht konstant, sondern abhängig von der Belastung. Es wurden deshalb jedesmal die einzelnen Spannungen, nämlich die Sekundärspannung e des Transformators t, die Ständerspannung e_K und die Netzspannung E gemessen und statt K sein Wert $\frac{e}{E}$ in die Gl. (6) eingesetzt.

Der Motor hatte ziemlich große Leerlaufsverluste (hauptsächlich am Kommutator). Dieselben konnten deshalb nicht vernachlässigt werden, und es mußte deshalb in die Gl. (6) nicht die synchrone Drehzahl ($n_0 = 750$ Umdr/min) eingesetzt werden, sondern die Drehzahl n_v, d. h. diejenige, die der Motor tatsächlich macht, wenn die den Bürsten aufgedrückte Spannung gleich null ist.

Gl. (6) geht also über in:

$$\frac{n}{n_v} = \frac{E}{E+e}\left\{1 + \frac{e_d'}{e_K}\right\}_i \quad \ldots \quad (6a$$

Zu jeder Gleichstromerregung i_g wurden nun die entsprechenden Werte von n, E, e, e_d' und e_K gemessen und als Schaulinien (Abb. 18) aufgetragen. Der Wert von n_v wurde dadurch bestimmt, daß auch die Bürstenspannung e_B jedesmal gemessen, als Schaulinie aufgetragen und der Schnittpunkt derselben mit der Abszissenachse gefunden wurde. Auf diese Weise fand sich $n_v = 710$ Umdr/min. Diesen Wert von n_v und die anderen gemessenen Werte in der Gl. (6a) eingesetzt, ergaben die mit Kreisen bezeichneten Punkte für die Drehzahl n, während die gemessenen Werte von n durch Kreuze dargestellt sind.

Der Versuch wurde zwischen 980 und 580 Umdr/min durchgeführt. Bei höherer und tieferer Drehzahl konnte der Motor aus anderen

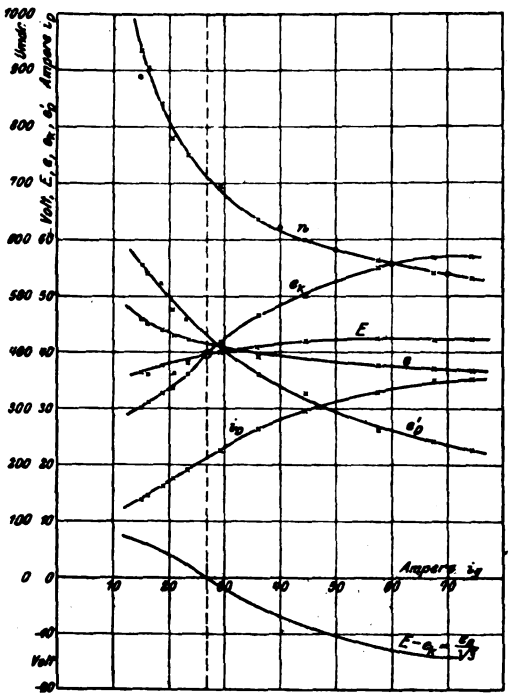


Abb. 18. Geschwindigkeitsregelung eines Drehstrom-Kommutatormotors von 29,5 kW nach Schaltung Abb.

Gründen leider nicht laufen; man sieht also, wie gut bei den gegebenen Verhältnissen Theorie und Praxis übereinstimmten.

Gleichstromerregung der Drosselspule durch eine von dem Kommutatormotor selbst angetriebene Gleichstrommaschine (Selbsterregung des Maschinensatzes).

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, kann man als Gleichstromquelle für die Erregung der Drosselspule auch eine Gleichstromerregermaschine benutzen, die vom Kommutatormotor selbst angetrieben wird. Um dieses zu zeigen, wurde der Kommutatormotor WED 750/40 mit einer kleinen Versuchs-Gleichstrommaschine WK VIII durch Riemenantrieb gekuppelt (Abb. 19). Diese war nach D.R.P. Nr. 250 343 mit einer einzigen, in Reihe mit

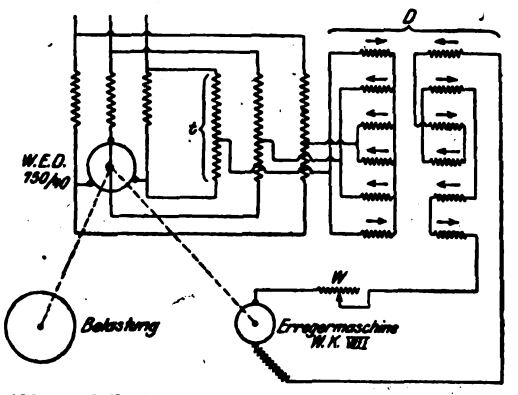


Abb. 19. Selbstregelung eines Wechselstrom-Kommutatormotors nach D.R.P. Nr. 276 283 (vom Verfasser).

dem Anker liegenden Ständerwicklung und verschiebbaren Bürsten ausgeführt. Da sie nur ganz kleine Ströme lieferte, wurde sie nicht auf die Wechselstromwicklung, sondern auf eine andere, diesen Strömen mehr entsprechende Gleichstromwicklung der Drosselspule D geschaltet. Ferner waren beide Wicklungen so geschaltet, daß die Richtungen der Gleich- und der Wechselstromfelder der Drosselspule dieselben waren wie von Abb. 15. Der Anschluß der Drosselspule an den Transformator t erfolgte nach Abb. 6b (s. Anhang).

Die Versuchsergebnisse sind in Abb. 20 dargestellt, wo die Drehzahl n als Funktion der Leistung der Belastungsmaschine aufgetragen ist. Die Einstellung der verschiedenen Leerlaufsdrehzahlen erfolgte lediglich durch Bürstenverschiebung der Gleichstrommaschine WK VIII, so daß jede Bürstenstellung einer ganz bestimmten Leerlaufsdrehzahl des Motors entsprach. Nur bei dem Übergang von 760 Umdr/min auf höhere Umdrehungen mußte

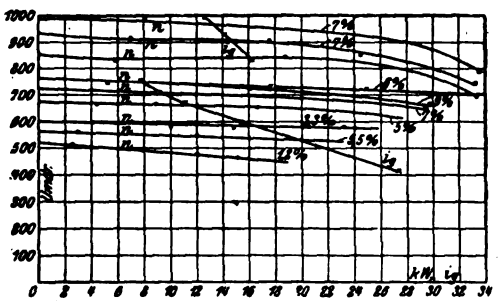


Abb. 20. Versuchsergebnisse zu Anordnung Abb. 19.

die Wechselstromwicklung der Drosselspule, die aus 2 parallel geschalteten Teilen bestand, auf Reihenschaltung umgeschaltet werden, da ihre Induktanz für höhere Umdrehungen zu gering war. Bei jeder Schaulinie sind die Drehzahlabfälle bei Belastung an der entsprechenden Stelle in Prozenten der Leerlaufdrehzahl angegeben. Man sieht, daß die Maschine vollkommen den Charakter einer Nebenschlußmaschine mit geringem Drehzahlabfall bei Belastung hat, wie auch zu erwarten war.

Um sich ein Urteil über die Größe der Gleichstromerregung zu bilden, sind in der Abb. 20 noch die Gleichströme i_g bei Leerlauf als Funktion der Leerlaufsdrehzahl angegeben.

Zum Vergleich der neuen Regelungsart mit der Regelung, bei der die Übersetzung eines Transformators geändert wird, sind in der Abb. 20a die entsprechenden Verhältnisse bei

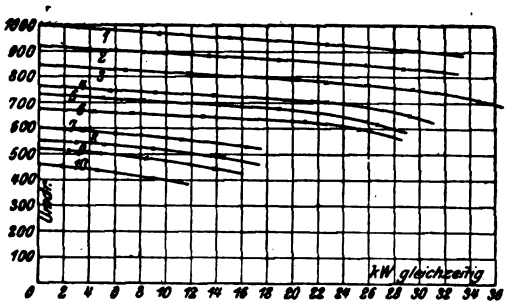
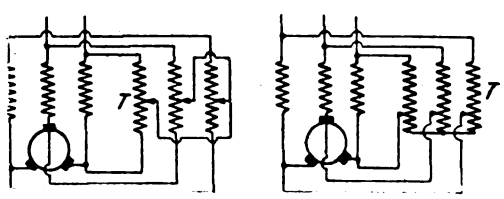


Abb. 20a. Versuchsergebnisse zu Schaltung Abb. 20b.

derselben Maschine für die bekannte Schaltung nach D.R.P. Nr. 167 420 (Abb. 20b, ebenfalls vom Verfasser herrührend) dargestellt, bei der



Untersynchronismus. Übersynchronismus.

Abb. 20b.

die Geschwindigkeitsregelung durch Änderung der Transformatoranzapfungen erfolgt. (Die Zahlen bei den Kurven bedeuten verschiedene Anzapfungen des Transformators.) Man sieht, daß hier der Drehzahlabfall mit zunehmender Belastung fast überall, besonders aber bei den niedrigen Drehzahlen, bedeutend größer ist als bei der neuen Schaltung, und daß sogar die Belastbarkeit der Maschine in der alten Schaltung viel kleiner ist.

Selbstregelung auf konstante Drehzahl (D.R.P. Nr. 276 283 der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft).

Für viele Betriebe, z. B. für Webstühle, ist es sehr wichtig, daß die Drehzahl bei allen Belastungen möglichst konstant bleibt. Da die Regelung eine sehr feine sein muß, und somit eine Regelung durch Transformatoren mit veränderlichen Abzweigungen eine praktisch

Digitized by Google

unausführbare Anzahl von Abzweigungen und Verbindungen erfordern würde, so hilft man sich gewöhnlich dadurch, daß man Wechselstromkommutatoren verwendet (ein- oder mehrphasige), die durch Bürstenverschiebung regelbar sind und die Bürsten auf irgendwelche Weise mit dem Webstuhl verbinden. Auf diese Weise wird mehr oder weniger vollkommen das Ziel der Selbstregelung auf konstante Drehzahl erreicht. Der Nachteil der Bürstenverschiebung bei Wechselstromkommutatoren ist bereits erwähnt.

Bei unserer Anordnung kann man Organe des Webstuhles mit den verschiebbaren Bürsten der Gleichstrom-Erregermaschinen verbinden, wodurch dasselbe Ziel viel vollkommener erreicht wird. Betrachtet man jedoch näher die Drehzahlkurven in Abb. 20, so sieht man, daß manche schon bei konstanter Bürstenstellung einen fast geraden Verlauf haben. Bei näherer Überlegung findet man, daß hier tatsächlich eine Regelung auf konstante Drehzahl von selbst stattfindet. Denn vermindert sich durch irgendwelche Ursache die Drehzahl der Kommutatormaschine, so vermindert sich gleichzeitig auch die Spannung der mit ihr gekuppelten Gleichstrommaschine und die Erregung der Drosselspule. Dadurch steigt aber die Selbstinduktion derselben, und [s. Gl. (6)] die Drehzahl des Maschinensatzes muß steigen.

Den Einfluß der Selbstregelung ersieht man am besten aus Abb. 21.

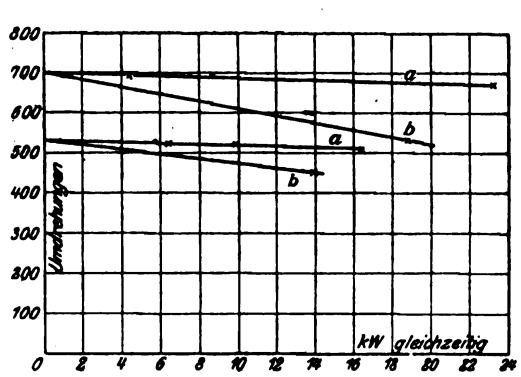


Abb. 21.

Die Maschine wurde ausgehend von 2 Leerlaufsdrehzahlen untersucht, u. zw. von 700 und 530 Umdr/min.

Nach Kurve i_0 (Abb. 20) entspricht einer Leerlaufdrehzahl von 700 Umdr/min etwa 9,8 A Gleichstrom und einer Leerlaufsdrehzahl von 530 Umdr/min etwa 15,4 A Gleichstrom. Die Maschine wurde nun belastet, einmal, indem die genannten Ströme künstlich konstant gehalten wurden, und das andere Mal bei Selbsterregung, indem man den Maschinensatz sich selbst überließ.

Es zeigte sich nun, daß bei konstanter Erregung (Kurven *b*) die Drehzahl von 700 auf 530, um 24%, bzw. von 530 auf 450 Umdr/min, um 15%, sank. Die Belastungen waren dabei 18,5 kW bzw. 14 kW, entsprechend dem Verhältnis der Drehzahlen $\frac{700}{530}$. Bei Selbsterregung (s. Kurven *a*) waren dagegen die entsprechenden Drehzahlen bei entsprechenden Belastungen 680 (= 3% Drehzahlabfall) und 510 (= 3,7% Drehzahlabfall). Außerdem war die Überlastbarkeit bei Selbsterregung, wie die Kurven zeigen, bedeutend größer.

Nicht alle Drehzahlkurven sind (vgl. Abb. 20) in bezug auf einen Drehzahlabfall so günstig, wie die *a*-Kurven der Abb. 21. Bei den Versuchen nach Abb. 20 wurden jedoch die verschiedenen Leerlaufdrehzahlen lediglich durch Bürstenverschiebung erreicht, während der günstige Verlauf bei den *a*-Kurven in Abb. 21 außer durch Bürstenverschiebung noch durch Änderung des Regelungswiderstandes W im Erregerstromkreise (s. Abb. 19) erzielt worden ist.

Durch gleichzeitige Einstellung der Bürsten und des Regelungswiderstandes kann man also erreichen, daß jede der einmal eingestellten Leerlaufstromzahlen einen günstigen, von der Belastung sehr wenig abhängigen Verlauf bekommt.

Damit die Erregermaschine auf die kleinste Drehzahländerung reagiert, muß dieselbe möglichst labil, d. h. so gebaut sein, daß sie schon bei einer ganz kleinen Drehzahlschwankung eine große Spannungsschwankung aufweist. Dieses wird ohne weiteres bei einer selbsterregten Maschine (Reihen- und Nebenschlußmotoren) von selbst erreicht, wenn sie schwach gesättigt ist.

Sollte der günstige Verlauf der Drehzahlkurven auf einem sehr großen Bereich, u. zw. bei Unter- und Übersynchronismus erforderlich sein, so könnte gegebenenfalls noch eine Reihenparallelumschaltung der Drosselspulenwicklungen oder eine Abzweigung auf dem Transformator t notwendig sein. Aber dieses nur für die einmalige günstige Einstellung bei Leerlauf, während bei Belastung der Maschinensatz sich selbst auf konstante Drehzahl regelt.

Anhang.

Es ist ohne weiteres klar, daß die Drosselspule nach Abb. 6 nicht nur unmittelbar, sondern auch mittelbar, durch einen Transformator, an die Bürsten angeschlossen werden kann. Im Spezialfall kann L_3 im primären Stromkreis des Transformators t liegen. Dieses ergibt die vom Verfasser angegebene Schaltung (nach Abb. 6a, D. R. P. Nr. 294 577).

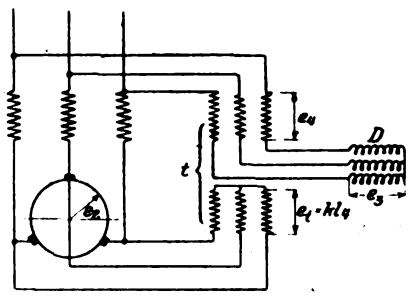


Abb. 6a.

Für diese Schaltung gelten folgende Gleichungen:

$$-Ke_4 = E - e_1,$$
$$i_1 = \frac{e_1}{L_1},$$
$$i_3 = \frac{E - e_4}{L_3},$$
$$e_4 = i_3 L_4 - K i_1 L_4,$$

woraus

$$\frac{n}{n_0} = \frac{E}{e_1} = \frac{1 + \frac{L_3}{L_4} + K^2 \frac{L_3}{L_1}}{1 + \frac{L_3}{L_4} + K} \quad \ldots \quad (8$$

Für den Spezialfall $k = 1$ ist demnach

$$\frac{n}{n_0} = \frac{1 + \frac{L_3}{L_4} + \frac{L_3}{L_1}}{2 + \frac{L_3}{L_4}} \quad \ldots \quad (9$$

Man sieht, daß man in diesem Falle eine Drehzahlregelung auch durch Änderung von L_3/L_4, also durch Änderung der Induktanz des Transformators t erreichen kann, wenn auch nicht in so großem Maße, wie durch Änderung von $\frac{L_3}{L_1}$ (da $\frac{L_3}{L_4}$ im Zähler wie im Nenner vorkommt.)

Ferner ist aus der Gleichung zu ersehen, daß eine Änderung von L_4 die entgegengesetzte Wirkung wie die Änderung von L_3 hat. Während z. B. eine Schwächung von L_3 eine Drehzahlverminderung zur Folge hat, wächst die Drehzahl, wenn man L_4 schwächt. In der Schaltung Abb. 6 dagegen hat die Induktanz des Transformators, wie aus Gl. (6) ersichtlich, keinen unmittelbaren Einfluß auf die Drehzahl.

Ist es möglich, die Drosselspulen einmal im sekundären und einmal im primären Stromkreis des Transformators einzuschalten, so muß es auch möglich sein, in beiden Stromkreisen Drosselspulen einzuschalten (Abb. 6b, D. R. P. Nr. 294 577) und dann beide Drosselspulen zu vereinigen.

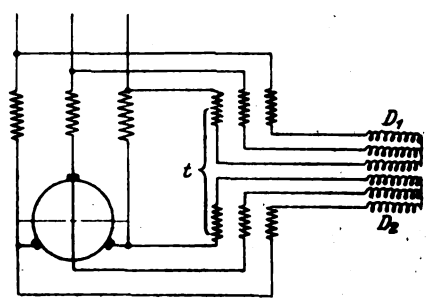


Abb. 6b.

Durch diese Kombination ergibt sich die Schaltung Abb. 6c (D. R. P. Nr. 294 577).

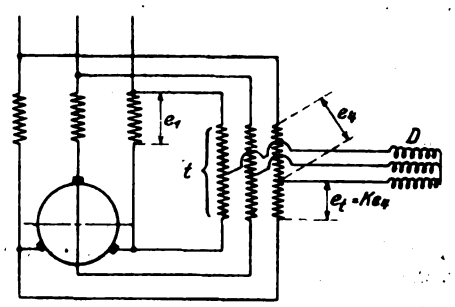


Abb. 6c.

Für diese Schaltung gelten die Gleichungen:

$$(1 + K)\, e_4 = e_1,$$
$$i_1 = \frac{e_1}{L_1},$$
$$i_3 = \frac{E - e_4}{L_3},$$
$$e_4 = i_3 L_4 - K i_1 L_4,$$

woraus:

$$\frac{n}{n_0} = \frac{E}{e_1} = \frac{1 + \frac{L_3}{L_4}}{1 + K} + K \frac{L_3}{L_1} \quad \ldots \quad (10$$

Für $K = 1$ ist demnach

$$\frac{n}{n_0} = \frac{1 + \frac{L_3}{L_4}}{2} + \frac{L_3}{L_1} \quad \ldots \quad (11$$

Ein Vergleich der Gl. (6), (8) und (11) zeigt, daß für $K = 1$ bei ein und denselben Werten von $\frac{L_3}{L_4}$ und $\frac{L_3}{L_1}$ die niedrigste Drehzahl in Schaltung Abb. 6 und die höchste Drehzahl in Schaltung Abb. 6c erreicht wird.

Eine bemerkenswerte Schaltung ist ferner die in Abb. 6d dargestellte. Im Anschluß an

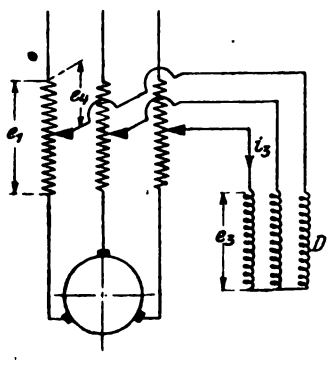


Abb. 6d.

das von mir herrührende D.R.P. Nr. 177 255 schlug hier H. Jonas vor (D.R.P. Nr. 223 707), um eine Regelung auch bei Untersynchronismus zu erreichen, Widerstände bzw. Drosselspulen an abschaltbare Windungen des Ständers zu schalten.

Für diese Schaltungen gelten folgende Bezeichnungen:

Digitized by Google

$$(1+K)\,e_4 = e_1,$$

$$e_1 = i_3 \frac{L_1}{1+K},$$

$$i_3 = \frac{E-e_4}{L_3},$$

woraus:

$$\frac{n}{n_0} = \frac{E}{e_1} = \frac{1+(1+K)^2\frac{L_3}{L_1}}{1+K} \quad \ldots \quad (12$$

für $K = 1$ ist demnach:

$$\frac{n}{n_0} = \frac{1+4\frac{L_3}{L_1}}{2} \quad \ldots \ldots \quad (13$$

Der Nachteil der Schaltung Abb. 6d ist der, daß der Magnetisierungsstrom nur einen Teil der Kompensationswicklung durchfließt; für ein gegebenes Feld wird daher der Magnetisierungsstrom größer und der Leistungsfaktor kleiner als bei den anderen Schaltungen.

Zum Schluß möchte ich meinem früheren Assistenten, Herrn Dipl.-Ing. Carl Dietrich, der mich bei meinen Versuchen eifrig unterstützt hat, an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

Die elektrischen Schienenstoßverbindungen.[1])

Bei den meisten elektrischen Bahnen werden die Fahrschienen gleichzeitig auch als Stromleitung verwendet. In Anlagen mit einpoliger Fahrleitung dient die Fahrschiene als Leitung des zweiten Poles, in Dreileiteranlagen als Nullleiter und in Drehstromanlagen mit zweiphasiger Freileitung als Leitung der dritten Phase. Immer wird der große Querschnitt der Fahrschiene bzw. beider Fahrschienen zusammen als Stromleiter verwendbar sein. In ganz besonders umfangreichem Maße wird der Schienenquerschnitt von Eisenschienen auch bei Bahnen mit Stromzuleitung durch dritte Schiene verwendet.

Als gut geschlossene Leitung kann man einen Schienenstrang, der aus einzelnen Walzlängen besteht, die nur durch mechanische Stoßverbindungen miteinander verschraubt sind, nicht ansehen. Eine solche Leitung ist vielmehr mit einer Kette zu vergleichen, deren einzelne Glieder gut leiten, die aber an den Berührungsstellen höheren elektrischen Widerstand aufweisen. Diese Übergangswiderstände an den Schienenstößen der Schienenstränge rühren einerseits von der unmittelbaren Unterbrechung der einzelnen Walzlängen und anderseits von isolierendem Rost und anderen schlecht leitenden Schichten zwischen Schienen und Laschen bzw. zwischen Laschen und Kleineisenzeug her. Um diese Übergangswiderstände, die bei den hohen in Betracht kommenden Stromstärken einen großen Energieverlust und andere Erscheinungen hervorrufen können, unschädlich zu machen, überbrückt man sie mit guten Leitern. Die Schienenstoßverbindungen müssen, um ihren Zweck vollständig zu erfüllen, verschiedenen Bedingungen entsprechen:

a) Zwischen Schiene und Stoßverbindung muß ein inniger und dauernder Kontakt herrschen, der sich durch die mannigfachen Vorgänge im Betriebe nicht verändern darf.

b) Die Stoßverbindung soll durch elektrische, mechanische oder chemische Einflüsse nicht zerstört werden können.

c) Ihre Anbringung muß mit einem Mindestaufwand an Arbeit auch während des Betriebes möglich sein.

d) Im Hinblick auf die große Anzahl von elektrischen Schienenstoßverbindungen, die in einem Schienenstrang in Reihe geschaltet sind und mit Rücksicht auf die hohen Stromstärken, die bei Bahnbetrieben durch die Schienen geleitet werden, darf die Stoßverbindung nur einen kleinen Ohmschen Widerstand haben.

e) Da die kupfernen Schienenstoßverbindungen erfahrungsgemäß einen gewissen Anreiz auf Kupferdiebe ausüben, müssen sie möglichst diebessicher angebracht werden.

f) Die Gesamtkosten einer Schienenstoßverbindung einschließlich Erd-, Pflaster-, Bohr- und Anbringungsarbeit muß sich innerhalb wirtschaftlicher Grenzen halten.

[1]) Technologic Papers of the Bureau of Standards Nr. 62 Washington 1916.

Zu a) Fahrschienen und daher alle mit ihnen in Verbindung stehenden Teile sind während des Betriebes Erschütterungen ausgesetzt. Auch durch die Längsänderung der Schiene, die infolge der Temperaturunterschiede auftreten, können sich die Verbindungsteile der einzelnen Walzlängen lockern. Man ist daher bestrebt, die Enden der Stoßverbindung fest mit den Schienen zu verbinden, hingegen das Verbindungsstück selbst so elastisch als möglich zu gestalten. Man erreicht dies am besten durch Unterteilung des Querschnittes oder Biegen der Längsverbindung in S- oder Ω-Form. Die Schienenstoßverbindung muß ferner einen solchen Querschnitt haben, daß sie den höchsten Belastungsstrom der Schiene dauernd leiten kann, ohne sich über die Außentemperatur zu erwärmen. Es muß ferner auf elektrolytische und thermoelektrische Erscheinungen zwischen der Eisenschiene und der Schienenstoßverbindung geachtet werden.

Zu b) In mechanischer Beziehung ist darauf zu achten, daß bei den Gleisunterhaltungsarbeiten, wie z. B. beim Nachziehen von Laschenschrauben und Gleisbefestigungen sowie beim Unterstopfen der Gleise und bei Arbeiten an der Straßendecke, eine Verletzung der Schienenstoßverbindung nicht eintreten kann. Die Dauerhaftigkeit der Schienenstoßverbindung darf durch chemische Einflüsse von Sicker- oder Abflußwasser nicht leiden. Auch durch Abdämpfe benachbarter chemischer Fabriken oder durch Gasleitungen darf eine Zerstörung der Schienenstoßverbindung nicht eintreten. Durch entsprechende Lage sowie durch Schutzanstriche der Schienenstoßverbindung einerseits oder durch Beseitigung der gefährdenden Einflüsse anderseits muß diesen Übelständen vorgebeugt werden.

Zu c) Die Schienenstoßverbindung muß während des Betriebes, auch bei recht dichter Wagenfolge entfernt und erforderlichenfalls durch eine neue leicht ersetzt werden können. Entsprechende Vorrichtungen zum Ausbohren der schadhaften und Einpressen der Ersatzverbindungen, die den darüber fahrenden Wagen nicht behindern, müssen vorhanden sein. Die Schienenstoßverbindungen können rechnerisch bestimmt werden, indem der wirtschaftliche Querschnitt der einzelnen Verbindungen mit dem Ohmschen Verluste aller Verbindungsteile abgestimmt wird.

Zu e) Betreffs der diebessicheren Unterbringung der Schienstoßverbindungen ist der Einbau zwischen Laschen und Schiene oder unter den Schienen gebräuchlich. Der angestrebte Zweck kann auch durch Einbau der Schienenstoßverbindungen an der Schienenseite erreicht werden. Jedenfalls soll vermieden werden, lange, blanke, glänzende Kupferstücke frei auf der Schienenunterbettung so zu verlegen, daß sie sich von der dahinter liegenden mattgrauen Schiene abheben und dem Auge einen höheren Anreiz bieten.

Ausführung.

Um etwas Ordnung in das bunte Bild der bisherigen Ausführungen zu bringen, kann man etwa folgende Gruppeneinteilung treffen:

1. Schienenstoßverbindungen bestehend aus Runddraht mit zu Ösen gebogenen Enden, die an den Schienensteg angenietet oder geschraubt werden.
2. Schienenstoßverbindungen wie unter 1. mit im Schienensteg eingeklemmten Enden.
3. Schienenstoßverbindungen bestehend aus einem Runddraht oder Kabel mit zwei vor dem Einpressen in den Schienensteg an den Enden lose aufgesetzten geschlitzten Schienenstöpseln.
4. Schienenstoßverbindungen, wie unter 3. genannt, mit zwei am Draht fest angelöteten, ganzen Schienenstöpseln.
5. Drahtförmige Schienenstoßverbindungen, wie unter 3. genannt, mit geteilten Stöpseln ebenfalls zum Einpressen in den Schienensteg.
6. Bandförmige Schienenstoßverbindungen, mit an den Enden angelöteten, ganzen Schienenstöpseln, die in den Schienenstegen eingepreßt werden.
7. Runddraht-, kabel- oder bandförmige Schienenstoßverbindungen mit an den Enden verlöteten Ösen zum Einpressen im Schienenkopf.
8. Schienenstoßverbindungen zum Anlöten oder Anschweißen am Schienenkopf.
9. Schienenstoßverbindungen zum Anlöten oder Anschweißen an den Schienenstegen.
10. Röhrenförmige Schienenstoßverbindungen.
11. Geschweißte Schienenstöße.
12. Umgossene Schienenstöße.
13. Ausgegossene Schienenverlaschungen.

Die genieteten oder geschraubten Schienenstoßverbindungen waren wohl die ersten, in größerem Umfange angewendeten, elektrischen Schienenstoßverbindungen. Sie bestanden aus blankem oder verzinktem Kupferdraht, der in entsprechenden Längen, um die Schienenlasche zu überbrücken, geschnitten wurde. Die Enden dieser Drähte wurden so zu Ösen gebogen, daß die Ösenentfernung mit dem Schienenlochabstande in Übereinstimmung gebracht werden konnte. Je ein solcher Verbindungsdraht wurde entweder durch die äußersten Schrauben der Laschen oder besondere im Schienensteg gebohrte Löcher mit Mutterschrauben oder Nietbolzen mit den Schienenenden verbunden.

Die geklemmten Schienenstoßverbindungen (Abb. 1) stellen eine einfachere

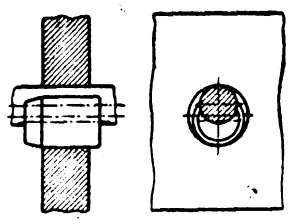


Abb. 1. Eingeklemmte elektrische Schienenstoßverbindung ältester Bauart.

Ausführung insofern dar, als das Biegen der Ösen an den Drahtenden entfallen konnte. Behufs Verbindung des Leitungsdrahtes mit der Schiene wurde in diese ein Loch gebohrt, dessen Durchmesser genügend groß war, um den Kupferdraht und einen daneben eingetriebenen, konischen Stahlbolzen aufzunehmen. Die Drahtenden wurden vor dem Befestigen um 90° umgebogen, die Enden in die Schienenlöcher eingesteckt und die Stahlbolzen zwischen Verbindungsdraht und Lochkante mittels Hammers eingetrieben.

Weder diese Verbindungen noch die erstgenannten genügten den Anforderungen des Betriebes in mechanischer und elektrischer Beziehung. Die Befestigungen lockerten sich durch die Erschütterungen der Schienen. Es bildeten sich Oxydschichten, die den elektrischen Übergangswiderstand erhöhten.

Die eingepreßten Schienenstoßverbindungen mit besonderen Schienenstöpseln stellten gewissermaßen die ersten wohldurchdachten Bauarten her. Sie bestanden aus drei Teilen. Dem Verbindungsdrahte mit den rechtwinklig abgebogenen Enden und zwei leicht konischen Schienenstöpseln, deren Bohrungen genau auf die Drahtenden paßten, während der äußere Durchmesser genau den Schienenbohrungen angepaßt war. Ein weiteres Bestreben zielte darauf ab, etwaige Ungenauigkeiten in der Schienenbohrung oder im Drahtdurchmesser dadurch auszugleichen, daß entsprechend diametral angeordnete Schlitze oder Teilfugen in den Kupferkonus eingeschnitten waren oder diesen sogar in zwei oder drei Teile teilten. Auf der einen Seite waren diese Konusse mit Flanschen versehen, die sich gegen den Schienensteg preßten, während sie auf der anderen Schienenseite mittels besonderer Schrauben oder hydraulischer Presse zusammen gepreßt wurden.

Schienenstoßverbindungen mit fest verbundenem Schienenstöpsel werden auch heute noch sehr häufig verwendet. Sie werden sowohl aus Draht oder Kabel wie auch aus Blechstreifen angefertigt. Die beiden ersteren dienen zur Überbrückung der Laschen, außen also sichtbar, während die bandförmigen unter der Lasche, also unsichtbar, angebracht

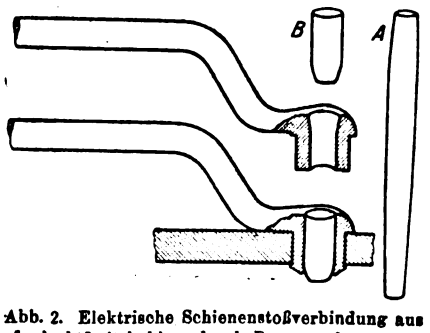


Abb. 2. Elektrische Schienenstoßverbindung aus Kupferdraht mit hohlen, durch Dorne aufzutreibenden Verbindungsköpfen. *A* Dorn, *B* Schienenstöpsel.

werden. Der Schienenstöpsel dieser Schienenstoßverbindungen hat die gleiche oder eine sehr ähnliche Beschaffenheit wie die vorgenannten. Er unterscheidet sich von ihnen nur dadurch, daß er von vornherein mit dem Leitungs- oder Brückenstück der Schienen-

Digitized by Google

stoßverbindungen fest verbunden ist. Der Schienenstöpsel ist hohl und kann durch Lötung oder Aufstauchen hergestellt werden. Außer dem Vorzug, überflüssige Übergangswiderstände zu vermeiden, weisen diese Bauarten den nicht zu unterschätzenden Vorzug auf, daß sie an den oft recht ausgedehnten Baustellen nicht leicht in Verlust geraten können. Die Befestigung des Schienenstöpsels im gut passenden Schienenloche erfolgt durch Auftreiben der Stöpselbohrung mittels leicht konischer Stahlbolzen, die entweder ständig in

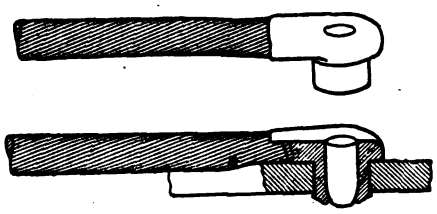


Abb. 3. Elektrische Schienenstoßverbindung aus Kabel. Befestigung wie bei Abb. 2.

der Verbindung bleiben oder nach dem Auftreiben wieder entfernt werden. Auch bei diesen Schienenstoßverbindungen (Abb. 2 u. 3) sind Flanschen an den Schienenstöpseln vorgesehen.

Weitere Abarten sind die geteilten Schienenstoßverbindungen (Abb. 4). Sie

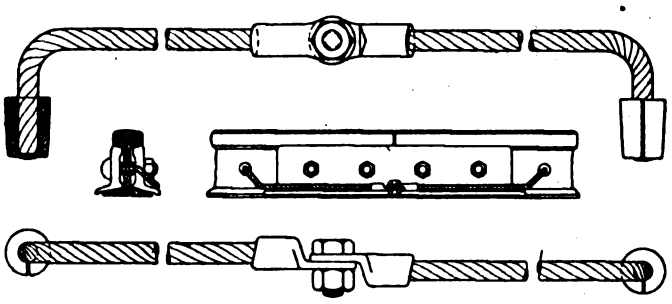


Abb. 4. Elektrische Schienstoßverbindung aus zweiteiligem Seil mit aufgelöteten Schienenstöpseln.

sind genau so wie die vorerwähnten beschaffen, doch besteht das Leitungsstück aus zwei Teilen. An den Enden dieser Teilung sind Ösen angelötet, um die beiden Längshälften nach Belieben öffnen oder verschrauben zu können. Diese Teilung hat den Vorteil, daß die beiden Stücke bei Gleisunterhaltungsarbeiten leicht aus der Arbeitsstelle abgebogen werden können. Diese Schienenstoßverbindungen werden in zwei Teilen geliefert und erst nach Anbringung an den Schienen miteinander verbunden.

Die bandförmigen Schienenstoßverbindungen dienen vornehmlich zum Verlegen unter der Schienenlasche. Die in Abb. 5 dargestellte Schienenstoßverbindung besteht aus einem schleifenförmig, doppelt gelegtem Kupferbande, dessen Endschleifen in den Teilfugen der außen konisch abgedrehten Kupferstöpsel lose sitzen. Beim Befestigen dieser Verbindungen werden die Enden der Bandschleifen in die Schienenstöpsel eingesteckt, und in die Schleifenöffnungen Keile eingelegt. Nach entsprechender Ausrichtung der Bänder wird der Keil eingetrieben und preßt einerseits das Band an die Innenfläche des Keilloches und anderseits die Bandaußenfläche an die Lochwandung der Schienenbohrung. Die in Abb. 6 dargestellte Verbindung zeigt eine der gebräuchlichsten Formen von Kupferband-Schienenstoßverbindungen. Sie wird ebenso wie die aus Draht hergestellten mittels Stöpsel eingepreßt.

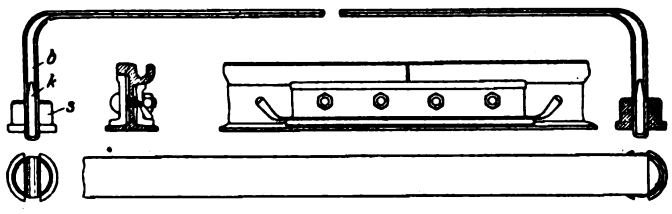


Abb. 5. Schienenstoßverbindung zur Verlegung unter Laschen. (b Kupferband, k Keil, s Schienenstöpsel)

Alle oben genannten Schienenstoßverbindungen bedingen mehr oder minder große Löcher in jedem Ende des Schienensteges, die diesen schwächen. Um dies zu vermeiden, werden auch Schienenstoßverbindungen verwendet (Abb. 7), die im Schienenkopf befestigt sind. Sie haben den Vorteil, von der Laschenlänge unabhängig zu sein, und man kann daher mit erheblich kürzeren Leiterlängen auskommen. Sie können in Anbohrungen der Schienenköpfe oder durch Anlötung an diesen, befestigt werden. Im ersteren Falle wird ein Loch von etwa 10 mm Durchmesser und 30 mm Tiefe in jedem Schienenkopf gebohrt. Die Verbindungsleitung besteht aus einem sehr biegsamen Kabelstück, das U-förmig durchhängt und an beiden Enden festgelötete Bolzen trägt, die in die Schienenlöcher eingetrieben werden. Sowohl diese Ausführung wie auch eine Abart, bei der das Schienenloch so gebohrt wird, daß in der Bohrung ein Zapfen von kleinerem Durchmesser stehen bleibt, befinden sich noch im Versuchsalter.

Die am Schienenkopf angelöteten Schienenstoßverbindungen (Abb. 8) sind in großem Umfange sowohl bei elektrischen Haupt- wie auch bei Straßenbahnen zur Ausführung gekommen. Sie sind ebenfalls, wie die vorgenannten Schienenstoßverbindungen, von der Laschenlänge unabhängig; außerdem wird eine Schwächung des Schienenkopfes durch Anbohrungen vermieden. Beide Arten haben den großen Nachteil, daß sie mit zunehmender Schienenabnutzung an Halt verlieren und der Kontakt zwischen Schiene und Schienenstoßverbindung infolge der Schienenerschütterungen leidet oder ganz aufgehoben wird.

Diesen letzteren Nachteil kann man durch die am Schienensteg angelötete Schienenstoßverbindung (Abb. 9) vermeiden. Sie erfordert in den meisten Fällen etwas größere Längenabmessungen, und ihre Anbringung ist auch wegen des im Wege stehenden Kleineisenzeuges der Laschenverbindungen beschwerlicher. Die gelöteten Schienenstoßverbindungen tragen an den beiden Enden des kurzen, biegsamen und nach unten U-förmig durchhängenden Leitungsstückes je ein flaches L- oder T-förmiges Kontaktstück, das zur Vermeidung schädlicher Oxydschichten und behufs Erreichung eines besseren Kontaktes gut verzinnt ist. Vor Lötung muß die Schiene metallisch blank gemacht werden. Das Löten bzw. Anschweißen wird mittels Sauerstoff-Wasserstoffgebläse bewerkstelligt und erfordert Verständnis und Sorgfalt. Das Blankmachen der Schiene kann mittels besonders gebogener Feilen, durch Meißel oder Sandgebläse erfolgen. Zum Löten sowie zum Verzinnen der Schienen werden auch besondere Maschinen und Spritzverfahren verwendet.

Versuchsweise wurden auch röhrenförmige Schienstoßverbindungen angewendet. Sie legen sich, teils mit Flanschen, teils mit den Innen- und Außenflächen, an die Schienen- und Laschenhaut sowie die Schraubenbolzen an und sorgen gleichzeitig für ein dauerhaftes Festhalten der Mutterschrauben. Die Versuche mit diesen Verbindungen sind noch nicht abgeschlossen.

Außer den eigentlichen Schienenstoßverbindungen werden auch noch die beiden Schienen eines Gleises und bei zwei Gleisen auch noch diese elektrisch miteinander leitend verbunden. Diese elektrischen Schienenquerverbindungen werden in Abständen von etwa 100 m voneinander zwischen den Schienen verlegt. Sie bestehen aus verzinktem blanken Kupferdraht von etwa 8 mm Durchmesser, der nach einer der erwähnten Befestigungsarten mit den Schienen gut leitend verbunden ist. Die Verlegung wird

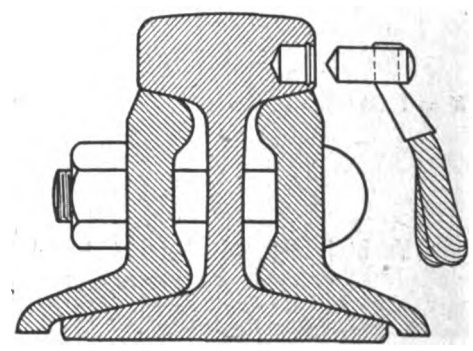


Abb. 7. Im Schienenkopf zu befestigende elektrische Stoßverbindung.

meist senkrecht zur Gleisachse ausgeführt. Es kommt aber auch verschiedentlich eine Schräglage der Querverbindung zur Anwendung. Ebenso zu behandeln sind die Verbindungen zwischen nebeneinander liegenden Gleisen. Sowohl diese, als auch die ersteren Verbindungen bezwecken die elektrische Parallelschaltung der einzelnen Schienenquerschnitte zu einem Gesamtquerschnitt, um den Spannungsverlust in der Schienenleitung herabzusetzen.

Es soll durch die Schienenquerverbinder auch im Falle einer Unterbrechung oder Überlastung einer Schienenleitung verhindert werden, daß die andere Schiene auf dem Umwege über die Erde oder durch Leitungen, die in der Erde verlegt sind, Strom erhält, da auf diesem Wege der Nebenschlußstrom elektrolytische Wirkungen verursachen kann.

Besondere Schienenverbindungsstücke kommen ferner an festen sowie verstellbaren Weichen und Kreuzungen zur Anwendung. Die verschiedenen Bestrebungen, auch diese Teile einheitlich zu gestalten, sind bisher gescheitert. Die Form der zu überbrückenden bzw. zu verbindenden Gleisteile ist zu verschieden, um das angestrebte Ziel zu erreichen. In den meisten Fällen können dieselben Verbindungsteile wie auf der laufenden Strecke verwendet werden. Die Längen der Leiter müssen aber den Abmessungen des Gleisteiles angepaßt werden. Bei Weichenzungen und anderen beweglichen Teilen muß darauf geachtet werden, daß sie vollkommen stromlos bleiben, um Funkenbildungen an Übergangswiderständen zu vermeiden. Auch an Gleiskrümmungen ist bei der Anbringung der Schienenstoßverbindung darauf zu achten, daß durch etwa auftretende Spannungen in den Schienensträngen ein Loslösen oder Abreißen der Schienenstoßverbindungen und dadurch entstehende Funkenbildungen oder Erhitzungen vermieden werden. Es müssen an solchen Stellen ebenfalls die Schienenstoßverbindungen den jeweiligen Verhältnissen an Ort und Stelle angepaßt werden.

Eine teilweise Freimachung von der umständlichen Verwendung der Schienenstoßver-

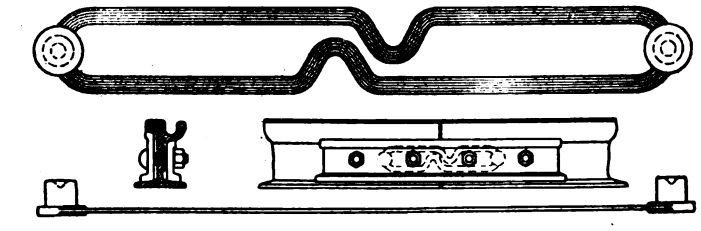


Abb. 6. Aus Kupferbändern hergestellte Schienenstoßverbindung zur Verlegung unter den Laschen.

Abb. 8. An den Schienenkopfenden angelötete elektrische Stoßverbindung.

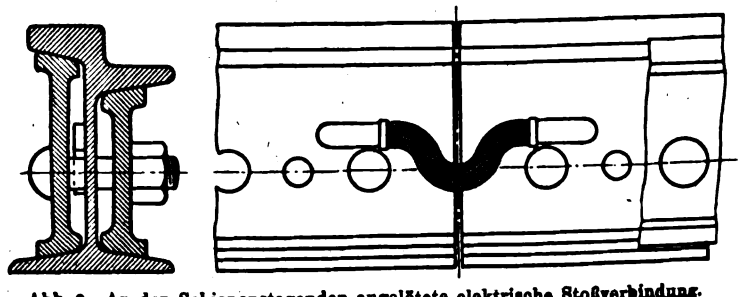


Abb. 9. An den Schienenstegenden angelötete elektrische Stoßverbindung.

Digitized by Google

bindungen trat ein, als die Straßenbahnen dazu übergingen, die Enden der einzelnen Schienenwalzlängen metallisch, ohne geschraubte Laschenverbindungen, miteinander zu vereinigen. Die Bestrebungen, die Straßenbahnschienen so miteinander zu verbinden, daß die Wagen ohne Stoß und ohne besondere Abnutzung der Schienenenden darüber rollen, führte zum Ausgießen und anderen metallurgischen Verfahren. Es kam noch die Erkenntnis hinzu, daß die Längsausdehnung der fest im Straßenpflaster eingebetteten Straßenbahnschienen der strahlenden Hitze der Sonne nicht so ausgesetzt sind wie die offenliegenden Eisenbahngleise und daher die Längsdehnung sich schlimmstenfalls in besonderen Pressungen des Materials fühlbar machen könnte.

Die metallurgischen Verbindungen der Schienenstöße machten dann besonders weitere Schienenstoßverbindungen überflüssig. Mit Rücksicht auf diese Eigenschaft sollen die Schienenstöße hier auch angeführt werden.

Eine der ersten dieser Verbindungsarten war der umgossene Stoß (Falck). Seine Ausführung besteht im wesentlichen im Ausgießen einer feuerfesten Form, die um die mechanisch festgehaltenen und blank gemachten Stumpfenden der benachbarten Schienen gelegt ist. Beim Ausgießen mit flüssigem Eisen werden die Schienenstöße auf Schweißhitze gebracht und in diesem Augenblick mittels besonderer Klemmvorrichtungen so gegeneinander gepreßt, daß eine Schweißung der Schienenstege und Füße eintritt. Verschiedene Verfahren haben anfangs, wegen der die Schweißung verhindernden Schlackenkrusten nicht befriedigt. Erst die Schweißungen, bei denen der Gußtiegel so abgestochen wurde, daß zuerst das Eisen zum Abfluß gebracht wurde und von unten nach oben die Gußform ausfüllte, haben befriedigende Ergebnisse gezeitigt.

Das Thermitverfahren (Goldschmidt) gehört ebenfalls in diese Gruppe. Es beruht darauf, daß Sauerstoff zu Aluminium eine größere Verwandtschaft zeigt als zu den meisten anderen Metallen. Werden ein Metalloxyd und Aluminium in feiner Pulverform stark erhitzt, so tritt eine heftige chemische Reaktion auf, weil der Sauerstoff des Oxyds sich mit dem Aluminium verbindet und reines Metall frei wird. Bei der Thermitmischung wird Eisenoxydpulver verwendet, das mit dem Aluminiumpulver in Form von Korund mittels einer besonderen Zündmasse an der Baustelle, kurz vor dem Eingießen, entzündet wird. Dieses Verfahren, bei dem ebenfalls die stumpfen Schienenenden aneinander geschweißt werden, hat sowohl mechanisch, wie auch elektrisch vollauf befriedigt. Eine Schwierigkeit besteht nur in der Aufeinanderpassung der Schienenenden mittels besonderer Fräser.

Mit der Vervollkommnung der Elektrometallurgie wurden später auch die elektrisch geschweißten Schienenverbindungen eingeführt. Bei den ersten Ausführungen wurden zwei kräftige Laschenplatten an beiden Seiten des Schienensteges festgeklemmt und elektrisch erhitzt (Abb. 10). Es trat hierdurch keine Schweißung ein, sondern

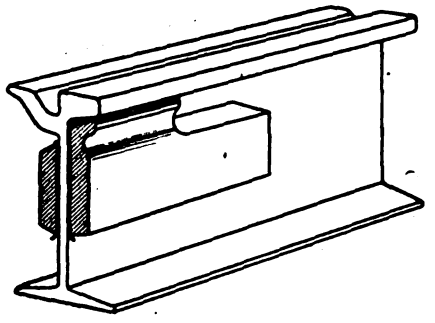


Abb. 10. Aus 2 elektrisch angeschweißten Platten bestehende Schienenstoßverbindung.

nur eine Verbindung der sich berührenden Metallhäute. Die Erfahrungen waren nicht ermutigend, da die mechanische Festigkeit ebenso wie die elektrische Leitfähigkeit unbefriedigend

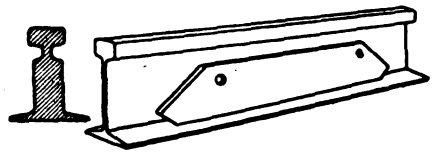


Abb. 11. Im Lichtbogen geschweißte elektrische Stoßverbindung einer Breitfußschiene.

ausfielen. Die im Lichtbogen geschweißten Schienenverbindungen hingegen haben vollkommen andere Eigenschaften (Abb. 11). Bei der Herstellung solcher Schweißungen wird zwischen den Schienen als dem einen Pol und einem Kohlestift als dem anderen Pol ein Lichtbogen gezogen. Dort, wo der Lichtbogen das Werkstück trifft, erhitzt er es und bringt es an der Oberfläche zum Schmelzen. Durch geschickte Flammenführung gelingt es, zwei einander nahe gegenüberstehende Flächen gleichzeitig zum Schmelzen zu bringen, und durch Zusatz und Niederschmelzen weiteren Materials völlig miteinander zu verschmelzen. Mit einer entsprechenden Stromstärke kann eine bestimmte Tiefenwirkung des Flammenbogens erzielt werden. Jenachdem der Schienenkopf oder der Schienenfuß oder eine Laschenschweißung auszuführen ist, muß die Einrichtung getroffen werden. Bei der Stumpfschweißung zweier Schienen werden Kopf und Fuß der Schienen in getrennten Arbeitsvorgängen miteinander verschweißt. Bei der Kopfschweißung wird zunächst im Zuge der Stoßfuge auf etwa ein Drittel der Kopffläche eine Rinne ausgeschmolzen. Das Material läßt man abfließen. Dann werden seitwärts an dem Kopf Formstücke angesetzt, die an ihren Rändern sich fest gegen die Schienenwandungen legen. Am Stoß selbst ist zwischen Schiene und Form ein kleiner Spielraum. Mit dem Ausschmelzen der Rinne fließt Material in den unteren Teil der Form ab, bis der Kopf annähernd bis zum Steg durchgeschmolzen ist, und gleichzeitig das abgeschmolzene Eisen in der Form bis etwa zur selben Höhe gestiegen ist. Bei Rillenschienen ist durch entsprechende Einlagen zu verhindern, daß die Schienenrille zugeschmolzen wird.

Bei der Fußschweißung wird unter dem Schienenfuß eine Platte angeschweißt, die gleichzeitig eine wesentliche Verstärkung bildet. Diese Schweißung beschränkt sich darauf, beide Schienen miteinander und mit der Unterlagplatte sowie die Ränder der Schienenfüße mit der etwas über den Schienenfuß hinausragenden und umgebördelten Unterlagplatte zu verschmelzen.

Die mittlere Stromstärke der Schweißungen beträgt bei 60 V Spannung etwa 400 A, wobei man in der Minute etwa 9 kg Eisen zum Schmelzen bringen kann. Diese Art Schweißung ist an vielen tausenden Schienenstößen im In- und Auslande zur Ausführung gekommen. Die Erfahrungen waren gute.

Eine in Amerika in letzter Zeit mit gutem Erfolge angewendete Schienenstoßverbindung ist die sogenannte Nickels Schienenstoßverbindung. Grundsätzlich war bei der Ausführung dieser elektrischen Schienenstoßverbindung die Anordnung der mechanischen Teile so ausgeführt, daß zwischen den Laschen und der Schiene genügende Hohlräume freibleiben. Die Festigkeit der mechanischen Verbindung darf natürlich darunter nicht leiden. Die Hohlräume werden nach entsprechender Erwärmung mit flüssigem Zink ausgegossen. Bei guter Arbeit wird auf diese Weise eine ausgiebige elektrische Verbindung hergestellt, die auch bei den laufenden Instandsetzungsarbeiten Schwierigkeiten nicht bietet. Die Straßenbahnen in Philadelphia haben durchweg diese Art von elektrischen Schienenstoßverbindungen mit gutem Erfolg eingeführt.

Aus den vorgenannten kurzen Beschreibungen einiger bekannter Ausführungen ist zu entnehmen, daß eine gute elektrische Schienenstoßverbindung vielen Bedingungen entsprechen muß, und daß auch teilweise das Bestreben besteht, einheitliche Ausführungen zu schaffen, die diesen Bedingungen entsprechen.

Die Ergebnisse einer Rundfrage und ihrer Beantwortung seitens 42 amerikanischer Bahnen mit einer Bahnlänge von rd 14 400 km, kann man etwa wie folgt zusammenfassen:

1. Es besteht allgemein die Neigung, von den gelöteten Verbindern, die in früheren Jahren in großer Anzahl eingebaut wurden, abzugehen. Nur wenige Gesellschaften, welche über erfahrene Arbeiter verfügen, benutzen diese Schienenstoßverbindungen noch weiter, aber ihre Zahl ist gering.
2. Jede zeitgemäße Schienenstoßverbindung wird, wenn sie den örtlichen Verhältnissen richtig angepaßt wurde, zufriedenstellen. Nur ein verschwindend kleiner Prozentsatz von Fehlern an den Verbindungsstellen muß in geeigneter Weise beseitigt werden.
3. Die Unterhaltung der Schienenstoßverbindungen ist im großen und ganzen dieselbe wie für die Schienenverbinder. Schienenverbinder auf einer lose gestützten Schienenfuge sind nicht haltbar.
4. Neben verschweißten Verbindern werden, mehr als bisher, verbesserte mechanisch befestigte Schienenstoßverbindungen in verschiedenen Formen verwendet.
5. Geschweißte und gebolzte oder geschweißte und genietete Schienenstöße sind bevorzugt. Diese Sonder-Schienenstoßverbindungen entsprechen den Betriebsanforderungen im allgemeinen besser als andere normale Bauarten.
6. Stromersparnis allein rechtfertigt nicht die Verwendung von stärkeren oder doppelten Schienenstoßverbindungen. Indessen sind solche vom Standpunkt guter Spannungsbedingungen in langen Rückstromkreisen empfehlenswert.
7. Da die Frage der Gleisverbindung sich noch in einem Entwicklungsalter befindet und Erfindungen und Verbesserungen in den letzten Jahren häufig gemacht wurden, hat auch die Frage der Schienenstoßverbindungen einen Beharrungszustand noch nicht erreicht.
8. Die Schienen sind außer mit Schienenstoßverbindungen auch noch etwa alle 100 m durch Querverbinder zwischen den Schienen miteinander zu verbinden.
9. Ein kurzer Kupferverbinder, an schweren Massen kalten Stahls befestigt, kann nur selten eine gefährlich hohe Temperatur erreichen, selbst wenn er Stromstärken, wie sie in stark belasteten Schienen vorkommen, führt.
10. Der Kontaktwiderstand der Klemme einer mechanisch befestigten Schienenstoßverbindung beträgt in gutem Zustande gewöhnlich 0,000 005 5 Ω. Wenn die Schiene einen Strom von 500 A führt, wie er in Schienen selten erreicht wird, würde dies einem so geringen Stromverlust entsprechen, daß die Anbringung von 2 parallel geschalteten Schienenstoßverbindungen nicht gerechtfertigt erscheinen dürfte.

Aus den eingegangenen Antworten ist ferner zu entnehmen, daß verschiedene Straßenbahnen, auch in großen Städten, Doppelverbindungen nur ausführen, wenn der Spannungsabfall in den Gleisen herabgesetzt werden muß. Von dem Standpunkt der Belastung sind Doppelverbindungen selten erforderlich. Auch der Sicherheit wegen werden manchmal Doppelschienenstoßverbindungen ausgeführt. Unter außerordentlichen Verhältnissen sind Doppelverbindungen vom wirtschaftlichen Standpunkte aus gerechtfertigt. Diese Verhältnisse können rechnerisch bestimmt werden, wenn die Konstanten einer Anlage und die Stromkosten sowie die Belastung der Schienen bekannt sind.

—kl—

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Widerstände reiner Isolatoren.

[Verh. d. Deutsch. Physik. Gesellsch., Bd. 19, S. 231.]

E. Podszus stellt aus einem dünnen Wolframband (1 × 0.2 mm), das eng, mit nur 0,1 bis 0,15 mm Zwischenraum, zu einer Spirale gewickelt wird, einen kleinen freischwebenden Wolframofen von 28 mm Länge und 7,5 mm lichter Weite her, den er mit Wechselstrom von 50 ∼ heizt. Ins Innere werden die zu untersuchenden Isolatorenstäbchen (10 mm × etwa 1,3 mm) gebracht. Die Stromzuführungen geschehen nach Art der Glühlampen, und der ganze Apparat steckt in einer großen gasdichten Glaskugel, die leergepumpt werden kann. Die Temperatur wird mit dem Holborn-Kurlbaumschen Pyrometer bestimmt, zur Kontrolle auch mit einem Thermoelement und mit dem Schmelzpunkt eines Platinfadens. Die Widerstandsmessung erfolgt mit Gleichstrom nach der Brückenmethode, unter Ausschaltung des Wechselstroms, doch so, daß die Messung in Bruchteilen einer Sekunde nach der Ausschaltung des Wechselstroms geschieht. Gemessen wurden Stäbchen von CaO, Al_2O_3, MgO, ThO_2, BN. Der Widerstand ist verhältnismäßig am größten bei Borstickstoff, der also bei diesen hohen Temperaturen am besten isoliert. Die Größe der Leitfähigkeit läuft bei chemisch verwandten Stoffen mit der Dissoziationsfähigkeit parallel. Auffallend ist, daß sich die Widerstände im Stickstoff bei gleicher Temperatur wesentlich kleiner ergeben als im Vakuum, mit Ausnahme von Al_2O_3. Im Vakuum halten aber die Stäbchen eine längere Erhitzung aus als im Stickstoff. *Zdr.*

Röntgenspektroskopie.

[Phys. Zeitschr., Bd. 18, S. 405, 432, 461, 488.]

E. Wagner gibt hier eine sehr bemerkenswerte Übersicht über die grundlegenden Ar-

Digitized by Google

beiten der modernen Röntgenspektroskopie bis in die neueste Zeit, mit ihren Beziehungen zur Spektroskopie der Radioaktivität und der gewöhnlichen Optik, auf welche zusammenfassende Arbeit hier lediglich hinzuweisen wir uns beschränken müssen. *Zdr.*

Ein großer Elektromagnet einfacher Bauart.[1])

[Ann. d. Phys., Bd. 52, S. 657.]

Die großen Elektromagnete von Weiß und Du Bois werden von Svedberg wesentlich vereinfacht, so daß bei gleicher Wirksamkeit der Preis etwa auf ein Drittel zurückgeführt wird. Der Verfasser benutzt zur Berechnung die von den beiden genannten Forschern gegebenen Formeln, schließt aber das U-förmige Verbindungsjoch des Weissschen Magnets zu einem vollen Rahmen, wodurch der ganze Magnet eine große Stabilität erhält; seine äußere Form erinnert dann einigermaßen an diejenige einer älteren Dynamomaschine. Die Polkerne sind fest verschraubt, so daß das Interferrikum unveränderlich bleibt, was gewisse Nachteile, dafür aber auch gewisse Vorteile im Gefolge hat. Durch geeignete Polschuhe kann ja das Interferrikum doch auf jede gewünschte Form gebracht werden. Jede der beiden Magnetisierungsspulen besteht aus 6 konzentrischen ineinander gesteckten Spulen, welche innen und außen an einen Wassermantel grenzen, die zur besten Kühlung von zickzackartig hindurchfließendem Wasser durchspült werden. Bei dieser Konstruktion können Stromquellen größerer Spannung verwendet werden als bei dem Weiss'schen Magnet. Bei einem Interferrikum von 2 cm Länge und 3 cm Durchmesser wurde z. B. bei 20,5 A Stromstärke eine Feldstärke von 21500 Gauss erzielt, also ganz ähnlich wie beim Weiss'schen Magnet. *Zdr.*

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Radiodienst der Vereinigten Staaten.

[The Electrician, Bd. 78, S. 536.]

Am 19. IX. 1916 ist im Senat der Vereinigten Staaten von Nordamerika der Entwurf zu einem Gesetz eingebracht worden, das den gesamten funkentelegraphischen Dienst regeln soll. Der Entwurf ist dem Committee on Commerce überwiesen worden. Er schließt sich an das Gesetz an, das im Jahre 1912 vom Kongreß angenommen wurde. Dieses hat angeblich seine Zwecke zwar glänzend erfüllt, doch hat die Erfahrung gezeigt, daß einige seiner Bestimmungen verschärft werden müssen. Die gegenwärtige Vorlage will das Gesetz von 1912 in folgenden wichtigen Punkten ändern:

1. Alle staatlichen Anlagen, hauptsächlich die Schiffstationen, die nicht ausschließlich dem staatlichen Verkehr vorbehalten sind, sollen dem Handelsverkehr geöffnet werden.

2. Das Gesetz ermächtigt die Regierung, Handels-Küstenstationen, die mit Schiffen in See verkehren, zu erwerben, sobald die sie betreibende Gesellschaft bereit ist, sie zu angemessenem Preise zu verkaufen. Der Zweck dieser Bestimmung ist, schließlich ein vollkommenes und ausschließliches Regierungsnetz für öffentliche Radioverbindungen, zwischen der Küste der Vereinigten Staaten den ausländischen Besitzungen und Schiffen in See zu schaffen.

3. Höchstens ein Drittel des Kapitals der Gesellschaft, die Stationen in den Vereinigten Staaten betreibt, darf in den Händen von Ausländern sein. Ebenso ist die Zahl der Ausländer, die Direktoren einer derartigen Gesellschaft sein dürfen, auf ein Drittel der Gesamtzahl beschränkt.

4. Alle Telegraphisten müssen amerikanische Bürger sein, ausgenommen die an Bord von Schiffen dienenden. *Rp.*

Radiotelegraphie in Brasilien.

[The Electrician, Bd. 80, S. 286.]

Die Regierung hat eine Summe von 1000 Kontos Reis (rd. 2,3 Mill. M) ausgeworfen zur Vervollständigung des Netzes der Radiotelegraphenanlagen und zur Vermehrung der Telegraphenlinien für Heer und Flotte. *Rp.*

Radiotelegraphie in Hongkong.

[The Electrician, Bd. 80, S. 286.]

Der Konsul der Vereinigten Staaten in Hongkong berichtet, daß der Bau einer Radiostation auf dem Königlichen Observatorium in Hongkong im Gange sei. Die Anlage besteht danach aus einem dreieckigen Stahlgittermast von 45 m Höhe. Der Luftleiter, der in Amerika bestellt ist, soll ausgespannt werden zwischen dem Mast und sechs Schornsteinen auf dem flachen Dache eines Hauses südlich vom Mast in 130 m Entfernung. Der Aufnahmeapparat besteht aus einem Empfangssatz der British Telegraph Instrument Co., der in Verbindung mit einem Brownschen Relais und einem hochohmigen Fernhörer benutzt werden soll. Vorläufig soll die Anlage nur nachts zur Aufnahme von Zeitsignalen von Shanghai, Manila, Hanoi und womöglich von Tsingtau und einer oder mehrerer japanischer Anstalten dienen. Nach dem Kriege wird man Einrichtungen für die Aussendung von Zeitsignalen durch Vermittlung der Radiostation Cape d'Aguilar treffen. Die Regierung plant außerdem den Empfang meteorologischer Beobachtungen von Schiffen, die zu bestimmten Zeiten abgegeben werden sollen. *Rp.*

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1909, S. 446; 1913, S. 1433; 1915, S. 641, 668; 1917, S. 509; 1918, S. 149, 173, 184.

Schalter, Sicherungen und ähnliche Vorrichtungen.

Selbsttätiger Spannungsunterbrecher.

[Electr. World, Bd. 69, S. 873, 1½ Sp., 2 Abb.]

Der Apparat der Firma Schweizer & Conrad, Chicago, soll dort Verwendung finden, wo ein Wiedereinschalten der Leitung nach erfolgter Unterbrechung nicht sofort notwendig ist, wie z. B. bei Unterwerken oder am Ende einer Speiseleitung. Als besondere Eigenschaft wird hervorgehoben: der verhältnismäßig niedrige Preis, die geringe Platzbeanspruchung sowie die fast vollständig feuerlose Wirkungsweise. Allgemein besteht die Anordnung aus zwei parallel geschalteten Sicherungen; die eine besitzt die Form einer gewöhnlich gefüllten Röhrenpatrone, die zweite besteht aus einem durch eine Zugfeder, in eine Flüssigkeit abreißenden Schmelzstreifen. Wenn die Niederspannungssicherung bei Überlastung schmilzt, ist die schmelzbare Verbindung in der Röhre gezwungen, die volle Stromstärke zu führen. Da der Querschnitt dieser schmelzbaren Verbindung sehr gering ist, reißt sie sofort ab. Die Tetrachlorkohlenstoff-Füllung der Röhre ist schon allein imstande, das Feuer zu löschen[1]). Durch eine trichterförmige Düse, welche an dem beweglichen Kontakt befestigt ist, und unter Wirkung der Zugfeder wird außerdem die Flüssigkeit gegen den Flammbogen gespritzt. Die Zugfeder selbst ist durch eine bewegliche Leitung überbrückt, um zu verhindern, daß sie bei Stromdurchgang Not leidet. Das Rohr ist aus nicht sprödem, bakelitisiertem Material hergestellt, und der schmelzbare Faden in der Röhre besitzt hohen Widerstand, hohe Festigkeit und wird von der Flüssigkeit selbst nicht angegriffen.

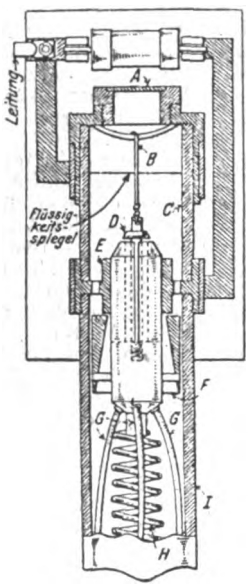


Abb. 1.

An Stelle der Niederspannungssicherung kann entsprechend isoliert ein Druckknopfschalter mit Batterie angeordnet werden, wodurch es möglich ist, mittels Druckknopfschalters den dünnen Schmelzfaden in der Röhre zu verbrennen und so den Hochspannungsstromkreis von der Ferne zu öffnen.

In der Ausführung wird behauptet, daß neuerdings drei erfolgreiche Kurzschlußversuche mit einem 100 000 V Unterbrecher dieser Art gemacht wurden, wobei bei 12 000 V ein Strom von etwa 1500 A abgerissen wurde, ohne daß die Sicherung Schaden litt. Die Energie selbst wurde von zwei 3000 kW-Transformatoren geliefert. Die Impedanz des Stromkreises war annähernd 10%, und die Sicherung war für 110 A bemessen.

Ob bei Kurzschlüssen mit 100 000 V Apparate der geschilderten Anordnung auch „ohne Schaden" auslösen, wird in dem Aufsatz nicht erwähnt. Übrigens erscheint die Auswechslung des schmelzbaren Fadens in der Röhre ganz besonders schwierig zu sein, auch das Einsetzen der am oberen Ende der Sicherung vorgesehenen Niederspannungspatrone ist bei Verwendung der üblichen Hochspannungszange oder -stange fast unmöglich, ohne die kleine Kontaktfeder zu verbiegen. *C. C.*

[1]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 470.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Ausfuhr elektrischer Energie aus der Schweiz.

Wie das „St. Galler Tagblatt" mitteilt, hat der schweizerische Bundesrat eine Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie ins Ausland erlassen, die am 15. V. 1918 in Kraft tritt. Die Ausfuhr der aus schweizerischen Gewässern erzeugten elektrischen Energie bedarf der Bewilligung des Bundesrats, die nur dann erteilt wird, wenn das öffentliche Wohl durch die Ausfuhr nicht beeinträchtigt wird und soweit, als voraussichtlich die Kraft für die Zeit der Bewilligung im Inlande keine angemessene Verwendung findet. Die Ausfuhrbewilligung wird auf bestimmte Dauer und unter den vom Bundesrat festzustellenden Bedingungen erteilt. Sie kann jederzeit ohne irgendwelche Entschädigung zurückgezogen werden, wenn die Bedingungen nicht eingehalten werden. Der Ausfuhrberechtigte ist verpflichtet, zur Deckung der Verwaltungskosten während der Dauer der Bewilligung eine jährliche Gebühr von 20 Rp/kW an die Abteilung für Wasserwirtschaft des eidgenössischen Amts des Innern zu entrichten. Die Verordnung stellt sodann noch eingehende Vorschriften auf über die zur Überwachung der Ausfuhr elektrischer Energie dienenden Meßeinrichtungen.

Von Elektrizitätswerken.

Schweiz. Die Nordostschweizerische Kraftwerke A. G. und die Bernische Kraftwerke A. G. haben unter dem Namen „A. G. für Vermittlung und Verwertung von Elektrizität, Bern" eine neue Gesellschaft gegründet, um den Gedanken der eidgenössischen „Sammelschiene" in die Tat umzusetzen. Unter eidgenössischer Sammelschiene ist eine vom Bodensee zum Genfersee sich erstreckende Hochspannungsleitung zu verstehen, durch die alle größeren Elektrizitätswerke verbunden werden zum Zwecke der Abgabe überschüssiger Energie und des Bezuges von Reserveenergie und zur günstigeren Gestaltung der Belastungsverhältnisse in den Verteilungsgebieten der an die Leitung angeschlossenen Werke. Die neue Gesellschaft soll das Teilstück Kallnach—Beznau—Töß der Hauptleitung Schaffhausen—Genf errichten, das in der Luftlinie etwa 125 km mißt, und dessen Kosten bei einer Betriebsspannung von 110 000 V etwa 6 Mill. Fr betragen werden.

Die Jahresleistung der z. Zt. im Betriebe stehenden Werke der eingangs genannten Gesellschaften beträgt rd 300 Mill. kWh, und neue Werke mit einer Gesamtleistung von etwa 50 000 kW[1]) werden denselben in den nächsten Jahren angegliedert werden. *Mn.*

Ausbau der Wasserkräfte in Österreich.

Wie Tagesblätter berichten, hat Dr. R. P. Baumfeldt, Direktor der Österreichischen Immobiliar-Bank, dem zwecks Ausbau der Wasserkräfte errichteten Studiensyndikat der Wiener Banken eine Denkschrift überreicht, in der er sich für die Gründung einer Bau- und Betriebsgesellschaft ausspricht. Dieser hätte der Staat die ausschließliche Bewirtschaftung der noch unausgebauten Wasserkräfte auf einen längeren Zeitabschnitt z. B. 99 Jahre, zu übertragen, wogegen sie die Pflicht zu übernehmen hätte, die Kraftwerke einschließlich Verteilungs- und Fernleitungen sowie aller dazu gehörigen Anlagen nach einem gemeinsam mit der Regierung festzustellenden Plan innerhalb bestimmter Zeit auszubauen. Die Werke wären selbst oder durch Tochtergesellschaften zu betreiben und hätten sich der staatlichen Tarifhoheit unterzuordnen. Das notwendige Kapital soll durch Ausgabe von Aktien in der Höhe von 150 bis 200 Mill. K und des 10- bis 12-fachen Betrages in Obligationen aufgebracht werden, u. zw. hauptsächlich von den interessierten Industrien der Elektrizitäts-, Eisen-, Maschinen- und Bauindustrie, sowie deren Bankverbindungen. Der Staat und gegebenenfalls auch die einzelnen Länder wären am Kapital und am Erträgnis zu beteiligen. Vorschriften über eine Amortisation während der Konzessionsdauer sollen es dem Staat ermöglichen, nach ihrem Ablauf die Wasserkraftwerke und Fernleitungen zu übernehmen. *Hgn.*

Verband der Elektrizitätswerke Mittelböhmens.

Der Verband der mittelböhmischen Bezirke, welcher die Bezirke Karolinental, Smichow, Melnik, Raudnitz, Schlan, Welwarn und Unhoscht umfaßt, hat sich mit den Städten Smichow und Melnik unter Mitwirkung der Elektrizitäts A.-G. vorm. Kolben & Co., Breit-

[1]) Im ersten Ausbau.

Digitized by Google

feld, Danek & Co. und der Böhmisch-Mähr. Maschinen-Fabrik A. G. sowie den Iserbetrieben Dražist zu einer Gesellschaft m. b. H. unter obigem Namen mit Sitz in Prag vereinigt und Verhandlungen mit der Stadt Prag behufs Beitritts eingeleitet. Der Verband bezweckt den Zusammenschluß der Böhmischen Elektrizitätswerke zur Vertretung einer gemeinsamen Elektrizitätspolitik. Das Stammkapital beträgt 5,8 Mill. Kr. *Hgn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrische Überlandbahnen im Merseburger Industriegebiet.

[Berliner Börsen-Courier, 10. V. 1918.]

Unter Beteiligung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft soll die weitere Umgebung von Merseburg mit einem Netz von Überlandbahnen durchzogen werden, da die dort z. Zt. bestehenden Bahnen (Merseburger Überlandbahnen und Elektrische Straßenbahn Halle—Merseburg) nicht mehr ausreichen, um den Verkehr zu bewältigen. Zudem besteht der Nachteil, daß die beiden Bahnen ohne Verbindung miteinander sind. Da nach Ende des Krieges die sichere Aussicht besteht, daß große Industrien aus dem westlichen Grenzgebiete nach Mitteldeutschland in die Nähe der Braunkohlengewinnung, z. B. nach dem Geiseltal bei Merseburg, verlegt werden, entstand bei der Provinzialverwaltung der Gedanke, mit Hilfe der A. E. G. den Ausbau neuer Verkehrsmittel für das ganze Industriegebiet einheitlich in Angriff zu nehmen. Es sind zunächst vorgesehen eine Straßenbahn von Roßbach über Kayna nach Merseburg, von Merseburg nach Dürrenberg, von Ammendorf—Halle nach Schkeuditz, von Halle—Ammendorf nach Schafstädt über Lauchstedt, von Dürrenberg nach Lützen und von Roßbach nach Weißenfels. Im ganzen handelt es sich um etwa 68 km Überlandbahnen, deren Baukosten auf 10 Mill. M veranschlagt sind. Die Merseburger Überlandbahnen A. G. und die Elektrische Straßenbahn Halle—Merseburg A. G. sollen an eine neue Gesellschaft übergehen, die den Namen Merseburger Überlandbahn-A. G. erhalten und mit 2,5 Mill. M ausgestattet wird. Hiervon übernehmen die A. E. G. 40% und den Rest in der Hauptsache die beteiligten Kommunalverwaltungen.

Verschiedenes.

Tätigkeit des Patentamtes[1]).

[Blatt f. Patent-, Must.- u. Zeichenw. 1918, S. 26.]

Nach dem vom Patentamt veröffentlichten Tätigkeitsbericht stellte sich die Zahl der Anmeldungen und Erteilungen in den letzten beiden Jahren wie folgt:

	1916	1917
Patente:		
Anmeldungen	24 469	24 458
Bekanntmachungen . .	6 624	5 865
Erteilungen	6 271	7 399
Gebrauchsmuster:		
Anmeldungen	25 230	23 121
Eintragungen	16 190	16 680
Warenzeichen:		
Anmeldungen	12 112	11 078
Eintragungen	6 940	6 830

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Erfüllungsunmöglichkeit eines Liefervertrages als Kriegsfolge.

Das Reichsgericht II. Z.-S. hat in seinen Entscheidungen Nr. 332/15 R. G. Bd. 42, S. 114, und Nr. 108/16 „Jur. Wochenschr." 1916, S. 1017, den Rechtsgrundsatz ausgesprochen:

Ist die zeitliche Verschiebung der Lieferungsmöglichkeit, welche durch den Krieg und folgeweise Lieferungsunmöglichkeit eingetreten ist, eine so starke, daß die Vertragserfüllung nach dem Kriege bei der langen Dauer etwas völlig anderes sein würde als die ursprünglich geschuldete Leistung, so kann man der Lieferantin nicht zumuten, sich noch weiter an den Vertrag gebunden zu halten.

Der Unterzeichnete hat in einem Aufsatz „Recht und Wirtschaft" 1916, S. 164, diese Reichsgerichtsentscheidung behandelt. Ich habe die Reichsgerichtsentscheidungen für den damals vorliegenden Fall gebilligt, aber vor einer generalisierenden Auslegung gewarnt. Denn ich habe mich auf den Standpunkt gestellt, daß nicht schlechthin in allen Vertragsfällen gesagt werden kann: Die Vertragserfüllung nach dem Kriege ist etwas anderes als die ursprünglich geschuldete Leistung.

In den zwischenzeitlichen Entscheidungen, welche das Reichsgericht zu der gleichen Frage erlassen hat, war regelmäßig der Tatbestand ein derartiger, daß die Frage, ob die Lieferung in späterer Zeit einen anderen Charakter erhalte und deshalb der Lieferantin nicht zugemutet werden könne, auf Grund des vorliegenden Sachverhalts ohne Rechtsirrtum von den Unterinstanzen bejaht worden war. Neuerdings hat das Reichsgericht Gelegenheit gehabt, zu einem Falle Stellung zu nehmen, in welchem es sich um einen Liefervertrag mit Kriegsklausel handelte, bei dessen Abschluß an sich schon eine zweijährige Lieferfrist ins Auge gefaßt war und bei dessen Abschluß gleichzeitig eine spätere Verlängerung des Vertrags auf 10-jährige Lieferfrist in Aussicht genommen war. In diesem Falle hat das Reichsgericht, nachdem Lieferungsunmöglichkeit durch Verbot der Marinebehörde als Kriegsfolge inzwischen eingetreten war, nach 17 Monaten aber wieder behoben war, die Lieferantin nicht von der Lieferfrist als befreit, sondern zur Weiterlieferung als verpflichtet angesehen. Das Reichsgericht hat hiermit den von mir gegenüber seinen früheren Entscheidungen schon geltend gemachten Grundsatz mithin gebilligt. Eine absolute Unmöglichkeit der späteren Vertragserfüllung ist nur bei Erfüllungsunmöglichkeit als Kriegsfolge dann anzusehen, sobald es sich um dauernde Lieferungen im Vertrage handelt, wenn diese dauernde Lieferung durch ihre zeitweise Kriegsverhinderung in späterer Zeit einen anderen Charakter erhält. Das ist in jedem Einzelfall besonders zu prüfen. Die Frage wird zwar in vielen Einzelfällen an Hand der reichsgerichtlichen Rechtssprechung zu bejahen sein. (Vgl. Reichsgericht II. Z.-S. Nr. 498/16 vom 2. III. 1917 „Jur. Wochensch." 1917, S. 595, und Bemerkung von Hachenburg zu dieser Entscheidung a. a. O.)

Dr. Cantor.

Anmerkung.

Infolge von Kriegsstörungen konnte der Abdruck dieses Beitrages erst heute erfolgen. Inzwischen hat sich die reichsgerichtliche Rechtssprechung im Sinne obiger Entscheidung fortgesetzt. Der Grundsatz des Reichsgerichts geht regelmäßig dahin:

Der erfüllungspflichtige Vertragsteil darf die Vertragserfüllung (Lieferung der Ware aus dem Gesichtspunkt der Unmöglichkeit der Erfüllung) gänzlich verweigern, wenn die durch den Krieg notwendig gewordene Verschiebung der Leistung deren Wesen in dem Maße ändert, daß die nachträgliche Leistung nicht mehr als eine sinngemäße Erfüllung des ursprünglichen Vertrages gelten kann. Vgl. hierzu weiterhin die Entscheidung „Jur. Wochenschr." 1917, 715[11]; 1917, 774; 1917, 899[2]; 1918, 33; „Leipz. Zeitschr." 1917, 1252[3]; vgl. auch meinen Aufsatz „Recht u. Wirtschaft" 1918 S. 51. Dr. Cantor.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

P. Schirp, bisher Stellvertreter des Betriebsdirektors der Städtischen Elektrizitätswerke Berlins, ist an Stelle des zum Generaldirektor der Bofors-Werke in Schweden berufenen Herrn E. Wikander zum Betriebsdirektor der Städtischen Elektrizitätswerke in Berlin gewählt worden.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Phasenverschiebung in Drehstromnetzen und ihre Berücksichtigung bei Verbrauchsmessungen.

Zu dem Aufsatz des Herrn BUSSMANN in der „ETZ" 1918, S. 93 u. 105, gestatte ich mir, folgendes zu bemerken: Das im Besitz der Firma Landis & Gyr befindliche und auf den Namen Strelow angemeldete D. R. P. Nr. 247 861 stellt nicht einen Sinuszähler (Leerzähler) unter Schutz, sondern die Kombination eines Wattstundenzählers für gleichbelasteten Drehstrom mit einem Sinuszähler zum Zwecke, bei abnehmendem Leistungsfaktor relativ zunehmende Angaben des Zählers zu erhalten. Ein nach dem genannten Patent gebauter Zähler zeigt also nicht den wattlosen Verbrauch, sondern eine komplexe Größe ähnlich dem Arnozähler, an. Apparate nach diesem Patent wurden niemals ausgeführt. Zähler zur Messung des wattlosen Verbrauches (Sinus- oder Leerzähler) für beliebig belastete Drehstromanlagen sind zuerst am 10. III. 1914 von der Firma Landis & Gyr zum Patent angemeldet und in der „ETZ" 1915, S. 505 von mir beschrieben worden. Seither hat die Firma Landis & Gyr eine größere Anzahl solcher Zähler geliefert. Es ist möglich, daß infolge der Kriegsverhältnisse nicht alle eingelaufenen Bestellungen auf solche Zähler ausgeführt werden konnten.

Zug, 18. IV. 1918. R. Stoeppler.

Erwiderung.

Aus der Patentschrift 247 861 (28. VIII. 1910) von STRELOW geht das Wesen der Messung von Leer-kWh ($e.i.\sin\varphi.t$) in gleichbelasteten Drehstromanlagen unzweideutig hervor. Hierbei wird im Gegensatz zu ARNO ein besonderes Meßsystem für die Zählung der $e.i.\sin\varphi.t$-Stunden benutzt. Die Verwendung zweier voneinander unabhängiger Zähler, von denen der eine den Wert $e.i.\cos\varphi.t$ und der andere $e.i.\sin\varphi.t$ zählt, wird, soweit mir bekannt, zuerst in dem, von den Siemens-Schuckertwerken herrührenden, Aufsatz: „Neuerungen an Elektrizitätszählern" im „Elektrotechn. Anzeiger" 1913, S. 999, vorgeschlagen.

Die von der Firma Landis & Gyr im Jahre 1914, also 4 Jahre nach obengenanntem Patent erfolgte Anmeldung zur Messung von Leer-Kilowattstunden hat zur Erlangung eines deutschen Patents nicht geführt.

Die im Aufsatz des Herrn STOEPPLER („ETZ" 1915, S. 507) dargestellte Drehstromzählerschaltung Abb. 6 und 7 ist nicht allgemein verwendbar, da solche Zähler nicht gleichzeitig für die Messung von vor- und nacheilenden Leer-Kilowattstunden benutzt werden können. Das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk verwendet daher für diese Messung die in der „ETZ" 1918, S. 105, angegebene Schaltung. Es war gezwungen, die Sinuszähler zunächst selbst herzustellen, da diese von den Zählerfabriken bis vor kurzem nicht zu erhalten waren.

Von Landis & Gyr sind überhaupt noch keine Sinuszähler nach Deutschland geliefert worden, obwohl das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk bereits im September 1916 solche bei Landis & Gyr bestellt hat.

In Deutschland haben meines Erachtens die Siemens-Schuckertwerke die ersten Sinuszähler gebaut, und zwar sind diese seit einiger Zeit beim Reinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk im Gebrauch. Die Siemens-Schuckertwerke machten auch den Vorschlag, bei Anlagen mit Hin- und Rücklieferung die Sinuszähler durch ein Rückstromrelais ein- bzw. auszuschalten.

Essen, 17. V. 1918. Bußmann.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung in Deutschland. Von Dr. E. Ritter. VIII u. 158 S. in 8°. Verlag der Haude & Spenerschen Buchhandlung Max Paschke, Berlin 1917. Preis geb. 7,50 M.

Der Verfasser betrachtet den Stoff unter dem Gesichtswinkel: Wie kann die Elektrizitätsversorgung Deutschlands den elektrotechnischen Spezialfabriken und dem selbständigen Installateurgewerbe dienstbar gemacht werden? „Diese Betrachtungsweise entspricht", wie er im Vorwort sagt, „durchaus und allein dem an der Angelegenheit so lebhaft beteiligten öffentlichen Interesse". Auch wer diese Anschauung nicht teilt, wird bei Durchsicht des Buches anerkennen müssen, daß der Verfasser von dem oft begangenen Fehler sich freizuhalten bemüht ist, den Wert der großen Konzerne für die deutsche Elektrotechnik und das von ihr aus befruchtete Wirtschaftsleben zu unterschätzen. Nur den Anteil, der diesen Konzernen an dem Aufblühen der Spezialfabriken selbst, sowie des Installateurgewerbes zusteht, bewertet er nicht hoch genug; denn beide Berufsgruppen hätten niemals den heutigen Umfang ihrer Geschäfte erreichen können, wenn nicht durch das zielbewußte und vor keinem Wagnis zurückschreckende Vorgehen der Großfirmen bei der Gründung ausgedehnter Elektrizitätsversorgungsunternehmungen für jene beiden Gruppen erst die Möglichkeit einer weitgehenden und stetig anwachsenden Betätigung geschaffen worden wäre. Daß die Großfirmen aus den von ihnen gebackenen und unter die Gesamtelektrotechnik zur Ver-

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1916. S. 265; 1917, S. 97.

Digitized by Google

teilung gelangten Kuchen häufig zunächst die Rosinen für sich selbst herausgeholt haben, soll keineswegs geleugnet werden. Ohne die Großfirmen aber wäre der Kuchen gar nicht gebacken worden und die Spezialfabriken und Installateure wären leer ausgegangen.

Im ersten Abschnitt: „Die Bedeutung der elektrotechnischen Spezialfabriken und des selbständigen Elektroinstallateurgewerbes" überschrieben, versucht Ritter zunächst einen Überblick über die Entwicklung der A.E.G., der S.S.W. und der Bergmann-Gesellschaft zu geben. Die Angaben sind jedoch so lückenhaft, daß ein klares Bild, besonders über Umfang und Bedeutung der Finanz- und Betriebsgesellschaften der Großfirmen, das man in der Literatur bisher übrigens vergeblich sucht, auch hier nicht hervortritt.

Eingehender werden dann die Spezialfabriken behandelt. An Hand ausführlicher Berechnungen und Schätzungen wird gezeigt, daß von den in der deutschen Gesamtelektrotechnik im Jahre 1911 beschäftigten 175 bis 180 000 Arbeitern und Angestellten etwa 80 000 (im Jahre 1913 etwa 85 bis 90 000) in Spezialfabriken tätig sind. Wenn aber die Hälfte der im ganzen beschäftigten Personen heute dieser Gruppe zufällt, so kann von ihrer Erdrosselung durch die Großfirmen und von einer Monopolstellung dieser wohl kaum mehr gesprochen werden. Daß auch der geschäftliche Erfolg der Spezialfabriken durch den Wettbewerb der Großfirmen keineswegs niedergehalten worden ist, beweisen weitere Berechnungen des Verfassers, nach welchen die als Aktiengesellschaften betriebenen Spezialfabriken in den letzten 5 Jahren mit folgenden Durchschnittsdividenden gewirtschaftet haben: 1911 $8^2/_3$%, 1912 $8^1/_3$%, 1913 9%, 1914 $8^4/_5$%, 1915 10%.

Im zweiten Abschnitt werden die Monopolbestrebungen der großen Konzerne besprochen und zwei Tabellen angeführt, die auf Untersuchungen der Vereinigung der elektrotechnischen Spezialfabriken beruhen und beweisen sollen, daß die Gefahr der Monopolisierung im Wachsen begriffen ist. Es wird dieses daraus gefolgert, daß der Prozentsatz der öffentlichen Elektrizitätswerke, auf welche die A. E. G. und die S. S. W. einen bestimmenden Einfluß ausüben, in den Jahren 1909, 1911 und 1913 von 28,2 auf 28,7 und 33,3% gestiegen ist. Zu den von den beiden Großfirmen kontrollierten Betrieben sind hierbei aber nicht nur diejenigen gerechnet, welche sich im eigenen Besitze dieser Gesellschaften befinden oder von ihnen gepachtet sind, sondern auch die, an welchen sie in der Form eines gemischt-wirtschaftlichen Unternehmens beteiligt sind. Nun ist diese letztgenannte Betriebsform aber erst in den letzten Jahren in Aufnahme gekommen und gerade von Werken, welche sich bisher in rein kommunaler Verwaltung befanden, gewählt worden; rechnet man diese Unternehmungen daher zu den durch die Großfirmen kontrollierten Betrieben hinzu, so ist eine Steigerung des Prozentsatzes leicht erklärlich. Es muß aber entschieden bezweifelt werden, daß bei den gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen die beiden Großfirmen auf die Dauer einen bestimmenden Einfluß bezüglich der Materiallieferung behalten werden. Die immer größer werdenden Turbodynamos werden ihnen freilich wohl in der Hauptsache verbleiben, obwohl es auch jetzt bereits in Deutschland außer A. E. G. und S. S. W. eine ganze Reihe Firmen gibt, welche auch für solche Großmaschinen als Wettbewerber auftreten. Die Transformatoren, die gesamten Schaltanlagen, die Kabel- und Freileitungen, die Einrichtungen der Netzstationen, Ortsleitungen, Hausanschlüsse, Zähler und Hauseinrichtungen aber werden auch heute schon bei den gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen, an denen die beiden Firmen beteiligt sind, häufig an Spezialfabriken und besondere Unternehmer vergeben, und wo es den Großfirmen gelungen ist, sich diese Lieferungen vertraglich zu sichern, ist dieses Recht meist zeitlich beschränkt, wie überhaupt die meisten gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen den Übergang zum rein kommunalen Betriebe nach der ersten Entwicklungszeit freilassen.

Weiter ist aber zu berücksichtigen, daß die Großfirmen trotz ihrer Vielseitigkeit noch lange nicht alle zum Bau eines Großkraftwerkes und Überlandnetzes erforderlichen Materialien selbst herstellen. Die ganzen Bauten, Kohlenförderungen und sonstigen Transportanlagen, vor allem auch die Kessel und alle Leitungsmaste fallen stets anderen Fabrikanten zu, so daß der Bau selbst von Werken, welche den Großfirmen gehören, zahlreichen anderen Fabrikanten und Unternehmern bedeutende Aufträge und Lieferungen zuführt und so fördernd auf weite Industriekreise wirkt.

Bei der Besprechung der gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen im dritten Abschnitt warnt der Verfasser, seinem Standpunkt entsprechend, vor dieser Gesellschaftsform und möchte sie lieber durch kommunale, aber in der Form von Aktiengesellschaften geführte, Betriebe, oder aber durch rein staatliche Unternehmungen ersetzt sehen. Besondere Beachtung hätte in diesem Artikel noch die Tatsache verdient, daß es in Deutschland auch bereits eine ganze Reihe von gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen gibt, bei denen das beteiligte Privatkapital nicht in den Händen der elektrischen Großfirmen liegt, und daß bei derartigen Unternehmungen die gegen diese Betriebsform erhobenen Einwendungen hinfällig sind.

Im nächsten Abschnitt werden dann die bisher in einzelnen deutschen Bundesstaaten hinsichtlich der Elektrizitätsversorgung getroffenen Maßnahmen besprochen. Neue Gesichtspunkte gegenüber den in letzter Zeit recht zahlreichen ähnlichen Veröffentlichungen treten nicht hervor.

In dem „Forderungen und Ziele" betitelten Schlußabschnitt erkennt Ritter an, daß die technische und wirtschaftliche Entwicklung der Elektrizitätsversorgung zur Fernversorgung von gewaltigen Kraftmittelpunkten aus führen muß, glaubt aber, nach den vorherigen Ausführungen irrigerweise, daß bei Durchführung dieses Planes die Großfirmen allein Gewinne ziehen würden. Seiner Meinung nach wäre eine reichsgesetzliche Regelung der deutschen Elektroversorgung mit Unterstützung einzelstaatlicher Behörden am besten geeignet, „die Rechte der Verbraucher zu wahren und für eine gerechte Verteilung der Herstellungs- und Installationsarbeiten allein nach Maßgabe der Leistungsfähigkeit der einzelnen Fabrikanten und Installateure, seien dieselben nun große, mittlere oder kleinere Unternehmer, ausreichend Sorge zu tragen".

Gerade die aus dem Buche hervorgehende glänzende Entwicklung der deutschen elektrotechnischen Spezialfabriken und das erfreuliche Gedeihen des selbständigen Installateurstandes beweisen, daß beide Wirtschaftsgruppen sich der zeitweise vielleicht hervorgetretenen Übermacht der Großfirmen auf die Dauer zu erwehren wohl verstanden haben, und daß zur Kräftigung und Gesunderhaltung solcher, für das gesamte Erwerbsleben zweifellos äußerst wertvoller, Gebilde durchaus kein staatlicher Zwang, sondern nur eine zielbewußte und tatkräftige Interessenvertretung notwendig ist. Dr. Thierbach.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Statistik der elektrischen Bahnen und Drahtseilbahnen im Königreich Sachsen für das Jahr 1917. Aufgestellt im Königlichen Kommissariat für elektrische Bahnen.

Doktordissertationen.

Fr. Dessauer. Über einen neuen Hochspannungstransformator und seine Anwendung zur Erzeugung durchdringungsfähiger Röntgenstrahlen. Naturwissenschaftliche Fakultät der Königlichen Universität. Frankfurt a. M. 1917.

Sonderabdrucke.

C. Deguisne. Die Bestimmung kleiner Phasenverschiebungen bei Niederfrequenz. „Archiv für Elektrotechnik", Bd. 5, 1917, Heft 11.

C. Deguisne. Die Kompensationsmethode bei Wechselstrommessungen. „Archiv für Elektrotechnik", Bd. 5, 1917, Heft 10.

J, Kirner. Die Normaltemperatur der Meßwerkzeuge im Maschinenbau. „Werkstattstechnik", Jahrg. 12, Heft 7.

H. Schreiber. Die Finanztechnik des Gesetzentwurfes über die Elektrizitätswirtschaft. „Dorns Volkswirtschaftl. Wochenschr." 1918.

Jahresbericht 1916 des Kgl. Materialprüfungsamts zu Berlin-Lichterfelde-West. „Mitteilungen aus dem Königl. Materialprüfungsamt" 1917, Heft 4/5.

Neue Zeitschriften.

Fortschritte der Technik. Heft 2: „Das Pilgerschritt-Rohr walzverfahren". Von kgl. Baurat Dipl.-Ing. de Grahl. Verlag von „Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen". Berlin 1918. Preis 2,50 M.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Kommunales Elektrizitätswerk Mark A.G., Hagen i. W.[1]) Nach dem Bericht über das 12. Geschäftsjahr 1917 betrug die Zahl der versorgten Städte, Orte usw. unverändert 225, die Zahl der Abnehmer 11 513 (10 757 i.V.) mit 52 231 kW (51 176 i.V.). Die Stromlieferung der Kraftwerke Herdecke und Elverlingsen betrug 93,447 Mill. kWh (75,755 i.V.). Den Einnahmen von 7,057 Mill. M (4,948 i.V.) stehen gegenüber: Verwaltungskosten von 0,282 Mill. M (0,208 i.V.), Betriebsunkosten von 3,311 Mill. M (2,000 i.V.), Unterhaltungskosten von 0,401 Mill. M (0,229 i.V.), Zinsen von 0,476 Mill. M (0,513 i.V.), Kriegsunterstützungen von 0,103 Mill. M (0,073 i.V.), Abgaben an Gemeinden von 0,252 Mill. M (0,174 i.V.), Abschreibungen von 1,803 Mill. M (1,411 i.V.), und es ergibt sich ein Reingewinn von 0,422 Mill. M (0,331 i.V.). Hiervon sollen 7½% Dividende (6 i.V.) auf 4,8 Mill. M gezahlt werden. In der Bilanz, die mit 25,757 Mill. M 23,476 i.V.) abschließt, stehen Grundstücke, Gebäude, Maschinen, Schaltanlagen usw. mit 17,219 Mill. M (16,320 i.V.), Verteilungsnetze mit 2,088 Mill. M (2,043 i.V.), Vorräte mit 0,524 Mill. M, Beteiligung an den Lenne-Elektrizitätswerken usw. mit 2,685 Mill. M (2,981 i.V.), Kriegsanleihe mit 0,693 Mill. M (0,301 i.V.) zu Buch. Schuldnern mit 2,220 Mill. M (1,071 i.V.) stehen Gläubiger mit 1,180 Mill. M (0,608 i.V.) gegenüber. -z.

Robert Bosch A. G., Stuttgart[2]). Nach dem Bericht über das am 30. IX. 1917 abgelaufene erste Geschäftsjahr erreichte der Umsatz 69 Mill. M; der Überschuß aus Fabrikation stellte sich auf 15,694 Mill. M, sonstige Gewinne auf 0,708 Mill. M; Zinsen erforderten 0,511 Mill. M, Geschäftsunkosten und Steuern 10,791 Mill. M, Kriegsunterstützungen und Wohlfahrtseinrichtungen 0,810 Mill. M, und es ergibt sich ein Reingewinn von 4,290 Mill. M, von dem 3 Mill. M zurückgelegt und 10% Dividende auf 12 Mill. M verteilt werden; der Aufsichtsrat erhält 30 000 M. Vorgetragen werden 60 423 M. In der mit 46,926 Mill. M abschließenden Bilanz stehen die Fabrikationsanlage nebst Grundstücken und Gebäuden mit 5,969 Mill. M, Waren und Rohstoffe mit 16,749 Mill. M, Kasse, Bankguthaben und Wertpapiere mit 11,208 Mill. M, Beteiligungen mit 0,483 Mill. M zu Buch. Schuldnern mit 12,517 Mill. M stehen Gläubiger mit 17,220 Mill. M gegenüber. Auch die Bosch Metallwerke A. G., Feuerbach, verteilt 10% Dividende auf 1,2 Mill. M. —z.

Dividenden. „Motor" A. G. für angewandte Elektrizität, Baden (Schweiz): 7% (wie i.V.) auf 30 Mill. Fr (wie i.V.). — Dr. Paul Meyer A. G., Berlin: 10% (7½ i.V.) auf 3,5 Mill. M (wie i.V.).

Firmenverzeichnis.

Gesellschaft für elektrische Anlagen m. b. H., Straßburg i. Els. So lautet die bisherige Firma Elsässische Gesellschaft für elektrische Anlagen, G. m. b. H., Straßburg.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Zülzefitz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Patschkey, Kr. Oels (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50).

Auflösungen. Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co., G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg. Die Zweigniederlassung in Hannover ist aufgehoben worden.

Warenpreise.

Metallpreise an der Londoner Börse[3]). Im April 1918 betrugen die Preise für Elektrolytkupfer ohne Schwankungen 125 bis 121 £, für Standardkupfer 110 bis 110½ £, für Blei 29½ bis 28½ £, für Zink 54 bis 50 £. Der Preis für Standardzinn stieg von 316 auf 360 £ (Notierung v. 2. Mai).

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 264.
[2]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 440.
[3]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 60, 172 u. 204.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 11. Wer liefert seidengewebte elastische Lackrohre bester Ausführung, geringster Wandstärke und größter Biegsamkeit zur Isolation von Innenverbindungen in elektrofeinmechanischen Apparaten?

Abschluß des Heftes: 1. Juni 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24

39. Jahrgang. **Berlin, 13. Juni 1918.** **Heft 24.**

Über die Normalisierung von Drehstromspannungen.

Von **Reinhold Rüdenberg**, Berlin-Westend.

Übersicht. **Es werden Gesichtspunkte hergeleitet, die bei der Aufstellung einer rationellen Spannungsreihe beachtet werden müssen, wenn man mit der Festlegung von Normalspannungen die größtmöglichen technischen und wirtschaftlichen Vorteile erzielen will. Eine solche möglichst zweckmäßige Spannungsreihe wird aufgestellt, und ihre Vorzüge gegenüber anderen Vorschlägen werden besprochen.**

Bei der Übertragung elektrischer Leistung gibt es für jede industrielle Aufgabe eine ganz bestimmte Spannung, die in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht am günstigsten wäre. Die Festlegung dieser Spannung bildet beim Entwurf elektrischer Anlagen eine der wichtigsten Aufgaben, da die Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit von ihrer richtigen Wahl abhängen. Nun kennt man aber einerseits die tatsächlichen, späterhin auftretenden wirtschaftlichen Bedingungen der Anlage von vornherein niemals genau, und es sind auch die technischen Grundlagen zur Festlegung der günstigsten Spannung nur mit einer gewissen Annäherung zu veranschlagen, und anderseits hat jedes rechnungsmäßige Optimum ziemlich flachen Verlauf, so daß sich in Wirklichkeit ein gewisser Spannungsbereich ergibt, in dem man ohne Nachteil arbeiten darf. Die zulässige Größe dieses Bereiches ist der Willkür stark anheimgegeben.

Bei Netzspannungen von einigen 100 bis zu einigen 1000 V hat man diese Erscheinung vor längerer Zeit erkannt und ausgenutzt, indem man eine gewisse diskrete Zahl von normalen Spannungen verabredete. Bei vielen Anlagen sind dieselben tatsächlich ausgeführt worden, bei manchen aber auch nicht. Bei hohen Spannungen in der Größe einiger 10 000 bis über 100 000 V liegen derartige Verabredungen noch nicht vor. Man findet hier in der Tat, daß fast jeder Zahlenwert, den die technisch-wirtschaftliche Vorausberechnung ergibt, trotz ihrer unsicheren Basis ausgeführt wird. Hochspannungsapparate hat man zwar seit etlichen Jahren nach bestimmten Nennspannungen eingeteilt und gewertet, jedoch haben sich Maschinen-, Transformatoren- und Leitungsspannungen diesen Zahlen seitdem keineswegs angenähert.

Es ist in letzter Zeit, auch in der Öffentlichkeit, verschiedentlich darauf hingewiesen,[1]) daß es aus Gründen der rationellen Fabrikation und der Austauschbarkeit sämtlicher Teile von elektrischen Anlagen vorteilhaft wäre, sich im ganzen Bereich der vorkommenden Spannungen fest auf bestimmte Zahlenwerte zu binden, und es sind von verschiedenen Seiten Vorschläge für derartige Normalspannungen gemacht worden.

Da schon eine große Anzahl von elektrischen Anlagen besteht, die nicht unter dem Gesichtspunkt von normalisierten Spannungen gebaut sind, sondern auf Grund der vorhin erläuterten jeweils günstigsten Spannung, so liegt es nahe, eine normale Spannungsreihe nach empirischen Gesichtspunkten aufzustellen, indem man sich eine Häufigkeitskurve aller vorkommenden Spannungen aufstellt, derart, daß vielleicht die Netzleistung oder die Leitungslänge oder auch eine geeignete Funktion von beiden in Abhängigkeit von der jeweils benutzten Spannung aufgetragen wird. Eine solche Kurve ergibt gewisse ausgeprägte Maxima, und an diese Stellen hätte man alsdann die Normalspannungen zu legen. Nach dieser empirischen Methode würde man zwar den bisher aufgetretenen Bedürfnissen gerecht werden, es ist jedoch damit nicht gesagt, daß diese Spannungen auch zukünftigen Bedürfnissen gut entsprächen, da die technische Basis, von der die jeweils benutzten Spannungen abhängen, sich dauernd stark ändert. Man braucht dabei beispielsweise nur an die Isoliermethoden für Hochspannung zu denken.

Es muß weiterhin beachtet werden, daß es nach allen Erfahrungen über das Anwachsen der technischen Produktion ganz sicher ist, daß wir heute erst einen geringen Teil aller elektrischen Anlagen besitzen, daß jedoch bei weitem der größte Teil in der Zukunft herzustellen sein wird. Es ist daher mißlich, diesen größeren Teil der noch zu bauenden Maschinen, Apparate und Leitungen blind an das Vergangene anzuschließen. Es ist vielmehr richtiger, sich zunächst auf einen möglichst absoluten Standpunkt zu stellen und zu fragen, welches Zahlensystem von Spannungen denn am zweckmäßigsten wäre, wenn man, ausgerüstet mit allen erforderlichen wissenschaftlichen Kenntnissen, heute erst begänne, elektrische Anlagen zu bauen.

Eine wichtige Forderung, die von einer rationellen Spannungsreihe befriedigt werden muß, besteht darin, daß irgend eine Zahl der Spannungsreihe die vorausberechneten Verhältnisse jeder Anlage mit einer gewissen Annäherung treffen muß, die für alle speziellen Aufgaben, also über den gesamten Spannungsbereich verhältnismäßig gleich gut sein sollte. Die Treffsicherheit der Spannungen muß also überall relativ gleiche Größe besitzen, und dies wird nur von einer geometrischen Zahlenreihe geleistet. Das wichtigste Grundgesetz einer rationellen Spannungsreihe ist damit gewonnen.

Es fragt sich nun, wie groß die Stufung der Reihe sein darf, wie weit also benachbarte Spannungen auseinander liegen dürfen, um noch eine wirtschaftlich-technisch ausreichende Treffsicherheit der für jede Anlage errechneten günstigen Spannung zu gewährleisten. Das Interesse einer möglichst vorteilhaften Fabrikation und einer möglichst weitgehenden Austauschbarkeit aller Teile erfordert eine Beschränkung auf eine geringe Zahl von Spannungen, führt also auf eine möglichst grobe Stufung. Sowohl Wirtschaftlichkeitsrechnungen, wie auch langjährige Erfahrungen zeigen, daß es ohne Nachteil zulässig ist, die Stufung im Verhältnis 1,5:1 bis 2:1 zu wählen. Es hat sich beispielsweise praktisch kaum je unbedingt notwendig erwiesen, zwischen 1000 und 2000 V oder zwischen 3000 und 5000 V noch Zwischenspannungen einzuschieben. Bei dieser, im wesentlichen durch wirtschaftliche Gesichtspunkte ungefähr gegebenen, Stufengröße hätte es nun außerordentliche technische Vorteile, dieselbe genauer auf $\sqrt{3}:1 = 1{,}732$ festzulegen, da es hierdurch ermöglicht würde, zahlreiche Transformatoren und Maschinen mit gleicher Wicklung für zwei verschiedene Spannungen zu verwenden, indem man sie in Stern oder Dreieck schaltet. Um nun in den verschiedenen Bereichen des Dezimalsystems nicht lauter verschiedene Spannungszahlen zu bekommen, ist es zweckmäßig, als Stufung nicht genau den Wert $\sqrt{3}$ zu wählen, sondern die nur um 2,7 % von ihm abweichende Größe $\sqrt[4]{10} = 1{,}778$. Man erhält dann in dem Bereich der Spannungen 1:10 stets 4 normale Spannungswerte.

In Abb. 1 ist eine solche rationelle Spannungsreihe bildlich aufgetragen. Es sind dabei nicht die exakten aus der eben genannten Wurzel folgenden irrationalen Zahlen angeschrieben, sondern möglichst nahe liegende runde Zahlenwerte, und die Spannungsreihe ist gleichzeitig so gelegt, daß die Zahlen 100, 1000, 10 000 V usw. von ihr getroffen werden. Diese beiden Maßnahmen wären an sich nicht nötig; sie haben jedoch den Vorteil, daß einerseits die Zahlenwerte leichter faßlich und bequemer zu behalten sind, und daß anderseits die Spannungen sich an etlichen Punkten von den bisher gebräuchlichen nicht gar zu weit entfernen.

Diese Reihe rationeller Normalspannungen, die in jeder Dekade die Ziffernwerte:

10, 18, 32, 56, 100

besitzt, ist in Abb. 1 derart dargestellt, daß ihre Größe im logarithmischen Maßstabe aufgetragen ist, wodurch verhältnismäßig gleiche Stufen als gleichgroße Abstände erscheinen. Zum Vergleich sind daneben die bisher in unseren deutschen Anlagen vorwiegend üblichen Spannungen aufgetragen und ferner auch die vom Verband Deutscher Elektrotechniker festgelegten Normalspannungen für Maschinen und Nennspannungen für Apparate. Man sieht aus dieser Darstellung zunächst, daß die V.d.E.-Spannungen sich den soeben aufgestellten Forderungen recht schlecht anschließen, daß sie vielmehr eine Zahlenreihe bestimmen, die in ihren einzelnen Teilen grob, ungleichmäßig und willkürlich gestuft erscheint. Die Zahlen sind offenbar nach der früher erwähnten empirischen Methode entstanden, die bei blinder Befolgung viele Zufälligkeiten enthält. Es ist zu verstehen, daß die Ausführungen der Technik sich diesen Zahlen keineswegs auf der ganzen Linie angeschlossen haben.

Wir hatten diese rationelle Spannungsreihe zunächst unter der Annahme aufgestellt, daß wir auf bisherige Netze keine Rücksicht zu nehmen brauchten. Bei den wirklich vorliegenden Verhältnissen ist dies natürlich doch nötig. Man sieht nun aber aus Abb. 1, daß sich die neu vorgeschlagenen Spannungen, zum mindesten in dem Bereich von 560 bis 32 000 V, den bisher üblichen so gut anschmiegen, wie man es überhaupt von einer Normalreihe nur irgend verlangen kann. Die üblichen Spannungen 1000, 10000 und 100000 V finden sich im rationellen System genau vor. Daß die beiden Spannungen 5000 und 6000 V einerseits sowie 15 000 und 20 000 V anderseits viel besser zusammengefaßt würden, darüber sind sich alle Fachleute wohl seit langem vollkommen einig. Das neue System erfüllt diese Forderung. Die Abweichungen der rationellen Spannungen von den bisher

[1]) G. Stern, „ETZ“ 1917, S. 277; H. Spyri, „Elektrotechn. u. Maschinenb.“ 1917, S. 561, und 1918, S. 86; Elektrotechnischer Verein, Wien, „Elektrotechn. u. Maschinenb.“ 918, S. 126

Digitized by Google

üblichen sind in Abb. 1 rechter Hand graphisch dargestellt, und die Prozentwerte der Änderung sind angegeben.

In Abb. 2 ist die rationelle Spannungsreihe nochmals dargestellt, und es sind die verschiedenen Vorschläge in Vergleich gestellt, die von

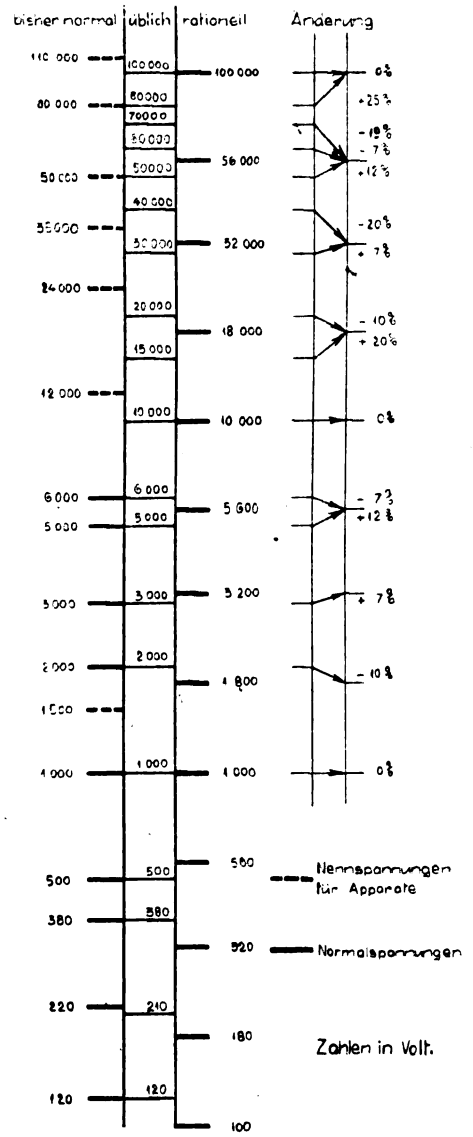


Abb. 1. Drehstromspannungen in logarithmischer Skala.

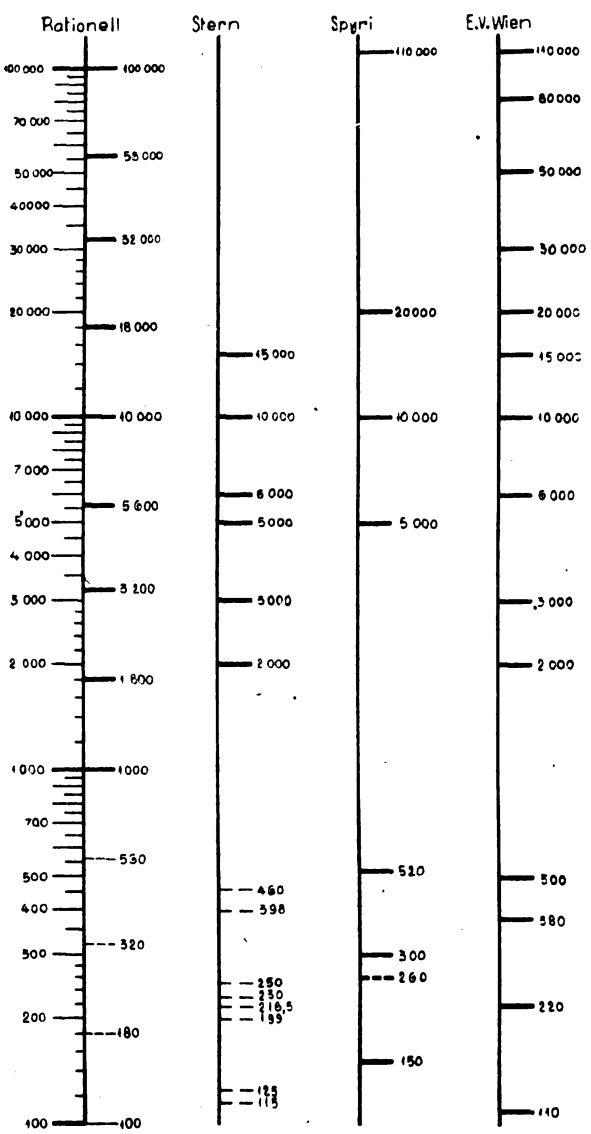


Abb. 2. Neuere Vorschläge für Normalspannungen.

Stern, Spyri und dem Elektrotechnischen Verein Wien[1]) in letzter Zeit gemacht worden sind. Man erkennt ohne weiteres aus dieser Darstellung die Nachteile dieser Vorschläge gegenüber dem rationellen System. Es soll nicht diskutiert werden, ob es wirtschaftlich durchführbar ist, für die niedrigen Verbrauchsspannungen bis zu 500 V die bisherigen Spannungen durch die rationellen zu ersetzen — die für die Herstellung von Motoren erhebliche Vorteile hätten —, da es sich hier um das Unbrauchbarwerden von Millionen kleiner Lampen und Motoren handeln würde.[2]) Dagegen halte ich es für durchaus möglich, die rationellen Hochspannungen nicht nur für gänzlich neu zu bauende Netze, sondern auch für bereits vorhandene Anlagen einzuführen.

Wenn man mit einer Normalisierung der Spannung erheblichen Nutzen erzielen will, so ist es mit Rücksicht auf den obenerwähnten Gesichtspunkt, daß die größere Menge von elektrotechnischen Fabrikaten erst in der Zukunft herzustellen ist, unbedingt notwendig, scharf zuzugreifen und sich nicht auf sentimentale Kompromisse mit mehr oder weniger zufällig Bestehendem einzulassen. Man darf bei der Einführung derartiger Normalisierungen nicht für morgen arbeiten, sondern muß sich bewußt sein, daß die rationelle Arbeit der gesamten elektrotechnischen Zukunft von den jetzt zu treffenden Maßnahmen abhängt. Es ist vollkommen unmöglich, von einem Normalsystem, das einem wesentliche Vorteile bringen soll, zu verlangen, daß es sich ohne jede Reibung an das bisher Bestehende anschmiegt. Der erforderliche notwendige Kostenaufwand ist die Strafe dafür, daß man bisher blindlings, also nach unzweckmäßigen Systemen gearbeitet hat. Einen Kompromiß mit dem Bestehenden zu schließen, ist im Augenblick sehr leicht und verursacht momentan keine Mühe und keine Kosten. Vergleicht man jedoch den Effekt nach längerer Zeit — sagen wir nach 20 oder 50 Jahren — mit einem radikal eingeführten zweckmäßigen rationellen System, so wird man leicht übersehen, wie schädlich ein solcher Bequemlichkeitskompromiß für die Zukunft in Wirklichkeit ist.

Man braucht nun keineswegs zu verlangen, daß sämtliche Netze, die bisher irgendwelche Spannungen besitzen, sofort umgebaut werden, um die neuen Normalspannungen einzuführen. Es genügt vollständig, wenn man ganz neue Anlagen und auch wesentliche Erweiterungen alter Anlagen mit den neuen Spannungen versieht. Der Anschluß an die alten Teile könnte dann entweder über Transformatoren erfolgen, die auf der einen Seite die neuen Spannungen, auf der anderen Seite die alten Spannungen und für späteren Übergang eine Anzapfung auf die nächst gelegene neue Spannung besitzen, oder aber man entschließt sich zur Verwendung von Normaltransformatoren nur mit neuer Spannung und Vorschaltung eines Spartransformators, dessen Leistung, wie Abb. 1 zeigt, im allgemeinen nur ziemlich gering zu sein braucht. Auch direkte Anschlüsse von erheblicher Bedeutung an alte Leitungsnetze müßte man über derartige Spartransformatoren vornehmen. Auf diese Weise erreicht man, daß im Laufe einiger Jahrzehnte der allergrößte Teil der Neubauten mit rationellen Spannungen durchgeführt wird. Bei jeder einzelnen Anlage wird alsdann die Zeit kommen, wo man sich die Frage vorlegt, ob es nicht zweckmäßig ist, auch den alten Teil der Anlage, der nunmehr auch in seinen technischen Einrichtungen nicht mehr zeitgemäß sein wird, ebenfalls für die neuen Spannungen umzubauen, damit man den Vorteil der Austauschbarkeit aller einzelnen Elemente nunmehr auf der ganzen Linie besitzt. Ich bin der festen Überzeugung, daß dieser Weg mit Vorteil beschritten werden kann. Selbstverständlich werden sich eine ganze Reihe von Fragen ergeben, deren Lösung momentan Kosten und Unbequemlichkeit verursacht. Man muß sich dabei eben stets vergegenwärtigen, daß man bei der Einführung von Normalien, also auch von Normalspannungen, stets Umschaltekosten zu tragen hat und stets Unbequemlichkeiten in Kauf nehmen muß, daß dieselben aber durch die großen prinzipiellen Vorteile, die in dem neuen System liegen, im Laufe der Zeit weit mehr als aufgewogen werden.

Ein großer Vorteil einer geringen Zahl von normalisierten Spannungen überhaupt liegt darin, daß man Apparate, Transformatoren und Maschinen in sehr viel umfangreicherem Maße als bisher auf Fertiglager oder Teillager herstellen kann, so daß der Erzeuger zweckmäßiger arbeitet und der Verbraucher schneller und besser geliefert bekommt. Der besondere Vorteil des hier vorgeschlagenen rationellen Spannungssystems ergibt sich einerseits aus der geringeren Stufenzahl gegenüber anderen ernsthaft vorgeschlagenen Systemen nach Abb. 2, ohne daß dadurch die geringstmögliche Treffsicherheit im ganzen Bereich verringert wird; anderseits ist es aber nach diesem System möglich, Transformatoren und Maschinen im Notfalle oder mit Absicht durch Umschaltung von Stern in Dreieck stets für zwei Normalspannungen verwenden zu können. Was dies für den Betrieb größerer Anlagen mit der notwendigen Lagerhaltung von Ersatzmaschinen bedeutet, braucht nicht weiter erläutert zu werden.

Zwei technische Gesichtspunkte sollen hierbei jedoch erwähnt werden: Man pflegt Hochspannungswicklungen bei Sternschaltung mit verstärkter Isolierung der an den Klemmen liegenden Endwindungen auszuführen, um sie gegen einfallende Wanderwellen zu sichern. Will man die Wicklung nunmehr auch für Dreieckschaltung geeignet machen, so müßte man auch die am Sternpunkt liegenden Wicklungsteile verstärkt isolieren. Im allgemeinen wird dies aber nicht nötig sein, da man bei der Dreieckschaltung ja auch nur mit geringerer Höhe der Wanderwellen zu rechnen hat, und da dieselben sich außerdem beim Einfallen in die Wicklung in die beiden Dreieckszweige zerteilen und dadurch wiederum in ihrer Gefährlichkeit stark reduziert werden. Eine in Sternschaltung überspannungssichere Transformatoren- oder Maschinenwicklung für irgendeine Spannung wird daher meist auch in Dreieckschaltung für die nächstniedrigere Normalspannung überspannungssicher genug sein.

Bei der Parallelschaltung von Transformatoren genügt es nicht, gleiche Größe der Spannungen zu wählen, sondern die Phase der Sekundärspannungen muß ebenfalls übereinstimmen. Nun wird dieselbe aber bei Umschaltung von Stern auf Dreieck um 90° verlegt, so daß es scheinen könnte, daß der ganze Vorteil der doppelten Verwendung illusorisch wäre. Dies läßt sich aber dadurch vermeiden, daß man gleichzeitig mit der Festlegung der normalen Spannungszahlen jeder Spannung von vornherein zuordnet, ob sie im Transformator in Stern oder Dreieck — oder einer äquivalenten

[1]) Vgl. oben.

[2]) Nach einem Vorschlage von Dr.-Ing. Hochschild wäre es vielleicht möglich, den Übergang auf rationelle Spannungen innerhalb eines Zeitraumes von einigen Jahrzehnten zu bewirken, indem man alle 5 bis 10 Jahre die Spannungen der bestehenden Netze um einige Prozente ändert.

Digitized by Google

Schaltung — erzeugt werden soll. Es könnte z. B. die folgende Zuordnung gewählt werden:

λ - System	100	320	1000	3200	Volt
	10000	32000	100000	320000	
Δ - System	180	560	1800	5600	Volt
	18000	56000	180000	560000	

Die dem Dreiecksystem zugeordneten Normalspannungen würden dann bei sämtlichen Anlagen stets den dem Sternsystem zugeordneten Normalspannungen um 90° nacheilen, so daß die Umschaltung und Verwendung jedes Transformators von Stern auf Dreieck ohne Nachdenken und ohne Kontrollmessung stets durchführbar ist.

Eine Schwierigkeit tritt bei jedem grobgestuften Normalsystem von Spannungen dort auf, wo die Isoliertechnik noch nicht genügend durchgebildet ist, also augenblicklich bei Transformatoren in der Nähe von 100 000 bis 180 000 V und bei Generatoren in der Nähe von 18 000 V. Da in derartigen Grenzgebieten die Wirtschaftlichkeit in stärkerem Maße von der Spannung abhängt als in den unteren Bereichen, so ist es möglich, daß die Treffsicherheit der bisher befürworteten groben Stufen nicht ausreichend ist. Es kann daher zweckmäßig sein, mit Rücksicht auf den Stand der Technik an solchen Stellen für eine gewisse Zeit eine Zwischenstufe einzufügen, die nach einiger Zeit, wenn die Spannung sicher mit dann gebräuchlich werdenden Mitteln beherrscht werden kann, wieder verschwindet. Man muß sich jedoch bei Ausführung von Anlagen mit solchen Zwischenspannungen klar sein, daß man die Unbequemlichkeit, die der Übergang der heute wild liegenden Spannungen auf rationelle Werte bietet, solchen Anlagen dann für spätere Zeiten zuweist.

Ein neuer Hitzdrahtvakuummesser mit Multiplikator.[1])

Von Dr. Wm. Tschudy, Wilkinsburg, U. S. A.

Übersicht. **Es wird im folgenden ein neuer Hitzdrahtvakuummesser mit Multiplikator beschrieben. Der Apparat ist im besonderen zur Messung des Druckes in Großgleichrichtern bestimmt. Es wird ferner darauf hingewiesen, daß die Einrichtung auch zur Temperaturmessung benutzt werden kann (Vakuum-Widerstandsthermometer).**

Die Konstruktion von Großgleichrichtern machte es notwendig, ein empfindliches und doch einfaches Meßgerät zur Bestimmung des in einem Gleichrichtergefäß herrschenden Druckes zu bauen. Zur Aufklärung der Vorgänge im Gleichrichtergefäß ist die Beschaffung eines solchen durchaus notwendig, da der Druck im Gefäß eine wichtige Rolle spielt,[2]) und es erst mit der genauen Kenntnis von Druck und Temperatur möglich ist, einen einwandfreien Großgleichrichter zu bauen, will man nicht auf empirischem Wege, der in diesem Falle der kostspieligste ist, die beste Konstruktion herausfinden.

Außer dem Mc. Loed schen Vakuummesser und seinen Abarten sind verschiedene Systeme mehr oder weniger ausprobiert worden. Ladenburg und Lehmann[3]) wandten die Bourdonsche Spirale an. Scheel[4]) und Heuse benutzten zwei Kammern, die durch eine Kupfermembrane getrennt sind. Die eine Kammer ist auf konstantem Druck gehalten, während die andere Kammer mit dem Gefäß, dessen Druck bestimmt werden soll, in Verbindung steht. Die Deformation der Membrane wird mittels Hebelübertragung gemessen und bildet ein Maß für die Größe des Druckes.

Hogg[1]) benutzte eine schwingende Scheibe zur Druckmessung. Dewar[2]) wandte Crooks Radiometer an. Diese Idee ist von Langmuir[3]) aufgenommen worden, der ein neues Instrument auf diesem Prinzipe entwickelte.

Von allen den erwähnten Prinzipien scheint dasjenige, welches zuerst von Pirani[4]) vorgeschlagen wurde, am besten geeignet zu sein, ein Vakuummesser zu liefern, das den Bedingungen: Einfachheit, Genauigkeit und Billigkeit genügt. Der Vakuummesser beruht darauf, daß der Wärmeverlust eines erhitzten Drahtes in dem zu messenden Vakuum von dem Drucke des zuständigen Gases abhängig ist. Dieser Vorschlag wurde von Hale[5]) weiter aufgenommen. Hale entwickelte eine Schaltung, die in Abb. 1 gezeigt ist und eine Abart der Wheat-

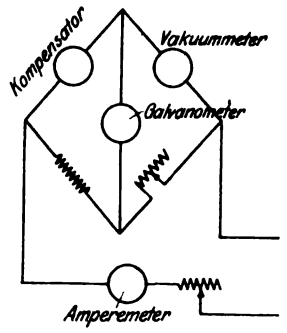


Abb. 1. Vakuummesser nach Hale.

stonschen Brücke, also eine Nullmethode darstellt, bei der der Widerstand solange verschoben wird, bis das Galvanometer auf null einspielt. Hale machte eine Reihe von Versuchen in bezug auf beste Form und Aufhängung des Hitzdrahtes zur Erhöhung der Empfindlichkeit des Instrumentes. Es gelang ihm, bessere Ergebnisse als Pirani zu erzielen, und er erreichte mit seiner Anordnung einen Druckbereich von 0,0001 bis 0,007 0. Der Nachteil dieser Methode ist jedoch der, daß sie eine indirekte ist und deshalb da versagen, oder wenigstens ungenügenden Dienst leisten wird, wo der zu messende Druck schwankt, wie dies in Gleichrichtern der Fall ist.

Schäfer[6]) benutzte dasselbe Prinzip, gebrauchte jedoch eine direkte Methode. Die

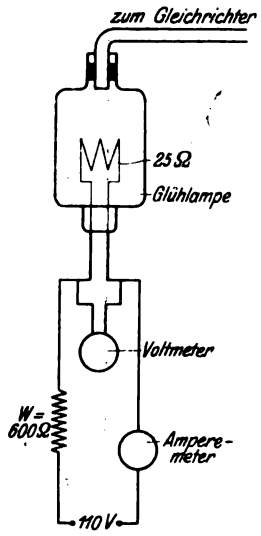


Abb. 2. Vakuummesser nach Schäfer.

Schaltung ist in Abb. 2 gezeigt. Es wird ein Eisendraht von 25 Ω Widerstand benutzt. Der Widerstand w ist groß gegenüber demjenigen der Lampe. Der Strom, den das Amperemeter mißt, ändert sich deshalb nicht wesentlich. Die Widerstandsänderungen des Lampenfadens sind in dieser Weise direkt proportional den Spannungsänderungen, welche am Voltmeter abgelesen werden.

Ein Vorschlag, der auf dem Piranischen Prinzipe beruht, den Ablesungsbereich aber sozusagen beliebig zu steigern gestattet, ohne den Apparat kompliziert zu machen, wurde vom Verfasser gemacht und in der Westinghouse-Gesellschaft, Pittsburg, durchgeführt. Im folgenden sei dieser Apparat im Prinzip beschrieben.

Bekanntlich ist die Kohlrausch-Brücke ein äußerst bequemes und genaues Instrument zur Bestimmung von Widerständen. Es sei zum weiteren Verständnis dieser Apparat an Hand von Abb. 3 kurz erläutert. Der zu

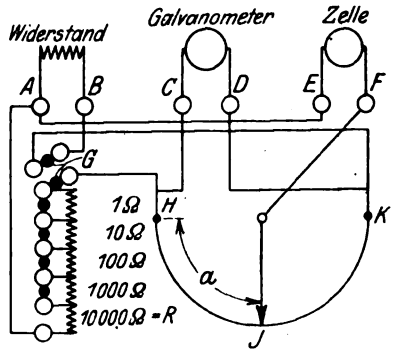


Abb. 3. Kohlrausch-Brücke.

messende Widerstand wird an die Klemmen A und B, die den Meßstrom liefernde Batterie an die Klemmen E und F angeschlossen. Sind die Stöpsel H, K gesteckt, und ist ferner R der nicht gestöpselte Widerstand und a der abgelesene Betrag am Gleitwiderstand J—K, so ergibt sich der unbekannte Widerstand aus

$$x = \left(\frac{a}{1000 - a} \right) R;$$

a wird in der Weise bestimmt, daß der Gleitkontakt solange verschoben wird, bis die Nadel des an die Klemmen C und D angeschlossenen Galvanometers auf null einspielt.

Würde man nun an die Klemmen A und B eine Glühlampe anschließen, die ihrerseits durch eine Verbindungsröhre mit einem Gefäß, das unter Vakuum steht, verbunden ist, so würde sich mit Änderung des Druckes im Gefäß der Widerstand der Glühlampe ändern und man würde den Gleitkontakt solange verschieben, bis der Zeiger des Galvanometers auf null einspielt. Für jede Änderung des Druckes im Gefäß wäre ein neuer Widerstand der Glühlampe zu bestimmen, und es würde somit einem bestimmten Drucke im Gefäß eine bestimmte Einstellung des Gleitkontaktes entsprechen. Man wäre nun in der Lage, den Gleitwiderstand J—K mit einer Skala zu versehen, das Gefäß mit einem Mc. Loed-Vakuummesser in Verbindung zu bringen und die Stellung des Gleitkontaktes für verschiedene Drücke im Gefäß, die mit Hilfe des Mc Loed-Vakuummessers bestimmt werden, festzustellen, u. zw. mit Hilfe einer am Gleitwiderstand angebrachten Skala, auf welcher die Drücke notiert würden. Diese Anordnung wäre nun geeicht und mindestens so empfindlich als diejenige von Hale (Abb. 1). Dagegen hätte die Schaltung immer noch den Nachteil, daß das Galvanometer zuerst auf null eingestellt werden muß und erst dann die Ablesung des Druckes an der Skala des Gleitwiderstandes erfolgen kann. Die Methode wäre für unseren Fall unbrauchbar, wo ein direkt ablesbares Instrument nötig ist, trotzdem die Schaltung äußerst empfindlich ist. Es läßt sich jedoch diesem Übelstande beikommen, wenn man einen Kniff anwendet, der ohne weiteres verständlich ist. Anstatt den

---

[1]) Bei Ausbruch des Krieges wurden die Arbeiten des Verfassers unterbrochen. Schon vorher hatte sich jedoch die Brauchbarkeit des hier beschriebenen Apparates erwiesen. Die erste Handschrift, die bereits am 16. IX 1915 abgeschickt wurde, kam auf dem Versandwege abhanden, die zweite ging im Mai 1916 ein. Infolge der Schwierigkeit der Korrekturlesung durch den Verfasser verzögerte sich die Veröffentlichung bis jetzt.

[2]) Vergleiche des Verfassers eigenes deutsches Patent Nr. 255 547 und amerikanisches Patent Nr. 1 189 887, welche beide einen Gleichrichter mit Dampfdruckregelung schützen.

[3]) „Verhandl. d. physik. Gesellsch.", 8 (20), 1906.

[4]) „Berichte der deutsch. physik. Gesellsch." 1909.

[1]) „Philos. Mag.", 19, 1910.

[2]) „Proc. Roy. Soc." 1908.

[3]) „Phys. Review" 1915.

[4]) „Berichte der deutsch. physik. Gesellsch." 1906.

[5]) „Transact. of the Americ. Electroch. Soc." 1911.

[6]) Vgl. „ETZ" 1911, S. 2.

Digitized by Google

Gleitwiderstand mit einer Skala zu versehen, verfährt man umgekehrt und hält den Gleitkontakt fest, während man das Galvanometer mit einer Skala versieht, um den Ausschlag der Nadel festzustellen, der sich für einen bestimmten Druck im Gefäße ergibt. Zur Eichung dieser neuen Anordnung würde man folgendermaßen vorgehen:

Angenommen der Druck im Gefäß sei 0,0001 mm Quecksilbersäule und festgestellt mit Hilfe des Mc. Loed-Vakuummessers, so würde man den Gleitkontakt solange verschieben, bis die Nadel des Galvanometers auf der Skala ebenfalls den Druck von 0,0001 mm anzeigt; nun würde man den Gleitkontakt festhalten und nicht mehr verschieben. Wird jetzt der Druck im Gefäß gesteigert, so wandert der Zeiger von 0,0001 bis beispielsweise 0,0100 auf der Skala, welches das Ende der Skala sein möge. Es wäre somit nicht möglich, weitere Drücke zu messen. Um die Drücke von 0,001 bis 0,0100 messen zu können, hatten wir den Gleitkontakt an einer bestimmten Stelle festgehalten. Nun verschieben wir den Gleitkontakt in der entsprechenden Richtung solange, bis der Zeiger des Galvanometers wieder am Anfang der Skala steht, und stellen den Druck mit Hilfe des Mc. Loed-Vakuummessers bei Festhaltung des Gleitkontaktes fest. Man verwende nun eine zweite Skala für Drücke von 0,0100 bis 0,0200 mm. Ist der Zeiger bei 0,0200 angelangt, und hat er somit das Ende der zweiten Skala erreicht, so kann man ihn wieder an den Anfang der Skala bringen, indem man den Gleitkontakt solange verschiebt, bis dies erreicht ist; dann wird der Gleitkontakt wieder festgehalten, um die Drücke von 0,0200 bis 0,0300 mm an einer weiteren Skala zu messen. Während somit Hale eine Anordnung hatte, die nur eine indirekte Methode gestattet und zudem nur Drücke von 0,0001 bis maximal 0,0070 mißt, so ist durch diese Anordnung die Empfindlichkeit ebenso gut, und der Ablesungsbereich kann beliebig gesteigert werden.

Es wird also das, was z. B. beim Amperemeter mit dem Nebenschluß zur Vergrößerung des Meßbereiches erreicht wird, in diesem Falle durch die Verschiebung des Gleitkontaktes bewirkt, und in dieser Weise ein Multiplikationssystem geschaffen. Man würde also in Abb. 4 eine endgültige Meßanordnung in der Weise zu beschreiben haben, daß in der genannten Abbildung der Heizstrom von einer Trockenzelle mit konstanter EMK geliefert wird. Die Stromverteilung ist in Abb. 4 angegeben. Das Galvanometer ist mit einer oder mehreren Skalen versehen, die in Millimeter Quecksilbersäule eingeteilt sind; die Widerstände aus Metall mit konstantem Temperaturkoeffizienten werden am besten zu 10 und 100 Ω gewählt und in der Weise angeordnet, wie Abb. 4 zeigt. Die Lampe steht in Verbindung mit dem Gleichrichtergefäß. In bezug auf die Meßgenauigkeit kann gesagt werden, daß ein Teilstrich am Galvanometer 0,0001 mm Quecksilbersäule entspricht.

Es sei nun noch einiges über die Konstruktion der Lampe gesagt. Für den Aufbau der Lampe, die zur Bestimmung des Druckes dient, gelten die gleichen Prinzipien wie für die gewöhnliche Lampe. Es wurde bereits in der Einleitung vermerkt, daß Hale eine Reihe von Versuchen anstellte, um möglichst günstige Abmessungen für sein Vakuummesser zu bekommen, d. h. um möglichst große Empfindlichkeit zu erreichen. Einige Versuche in dieser Richtung wurden von mir angestellt, insofern die Haleschen Versuche erweiterungsbedürftig erschienen. Im allgemeinen sind die Versuche von Hale bestätigt gefunden worden, so daß die folgenden Bedingungen erfüllt sein müssen:

1. Die Lampe muß ein möglichst leichtes Fadengestell haben.
2. Ein Hitzdraht von geringem Durchmesser (etwa demjenigen einer 10 W-Lampe) liefert ein empfindliches Instrument.
3. Das Material für den Hitzdraht muß einen hohen Temperaturkoeffizienten haben.
4. Der Kontakt zwischen Faden und Fadenhalter muß gut sein.
5. Die Lampe muß von dem Einfluß der Außentemperatur befreit sein.

Punkt 4 und 5 wurden durch meine Versuche noch etwas erweitert. Es hat sich gezeigt, daß bei Anwendung einer empfindlichen Schaltung der Kontakt zwischen Faden und Fadengestell sehr gut sein muß, damit nicht lästige Störungen auftreten. Es kann dies erreicht werden durch Festklemmen oder Festkitten des Drahtes an den Kontaktstellen, durch Aufhängung des Fadens mittels Seidenschnur, durch Anwendung einer Lampe ohne Drahtfadengestell usw. Verschiedene brauchbare Methoden wurden angewandt, um diesem Übelstande abzuhelfen. Punkt 5 ist ebenfalls wichtig für ein tadelloses Arbeiten des Vakuummessers, da größere Schwankungen in der Außentemperatur bereits einen merklichen Einfluß auf die Ablesungen haben. Man kann sich durch die Anwendung einer doppelten Glaswand der Lampe, wie sie bereits Pirani vorgeschlagen hat, helfen und zudem eine Wärmeisolation anwenden.

Ein weiterer nicht unwichtiger Punkt ist die Wahl der richtigen Glasart. Hartglas ist bekanntlich besser in bezug auf Feuchtigkeit als ein weiches Glas und auch in bezug auf Abgabe von Gasen, die bekanntlich im Vakuum erfolgt. Ferner ist darauf zu achten, daß die Temperatur des Hitzdrahtes nicht hoch ist, da sonst Gase abgegeben werden, obwohl die Drähte einer speziellen Behandlung unterzogen werden. Die Grenztemperatur liegt zwischen 100 und 200°. Versuche haben gezeigt, daß die Drahtabmessungen einer 10 W-Lampe, also von einem Widerstand von rd 140 Ω, sehr gute Ergebnisse haben. Verwendet man ein Trockenelement von rd 1 V Spannung, so ergibt sich demnach ein Betriebsstrom in der Lampe von etwa 0,0070 A.

Ein Instrument, nach diesen Gesichtspunkten gebaut, ist bereits über 2 Jahre im Betrieb. Abb. 5[1]) zeigt die Versuchsanordnung zur Kalibrierung des Hitzdrahtvakuummessers. Die Gaedepumpe ist einerseits mit dem Mac Loed-Druckmesser und anderseits mit dem Hitzdrahtvakuummesser in Verbindung.

Es sei noch gestattet, darauf hinzuweisen, daß in neuerer Zeit die Firma Heraeus[2]) einen Vakuummesser bekannt gab, welchen darauf beruht, daß ein oder mehrere Thermoelemente im Vakuumgefäß untergebracht werden und mittels konstanten Heizstromes erwärmt und auf eine bestimmte Temperatur gebracht werden. Dieser Temperatur entspricht eine bestimmte EMK, die durch ein Voltmeter bestimmt wird. Mit Änderung des Druckes des Gases, welches das Thermoelement umgibt, ändert sich auch seine Temperatur bzw. EMK. Die Größe des Ausschlages am Voltmeter ist somit ein Maß für die Größe des Druckes im Gefäß. Unabhängig von der Firma Heraeus kam Verfasser auf dieselbe Idee. Es wurde ein Platindraht als Hitzdraht verwendet, der mit einem Eisenkonstantan-Thermoelement versehen wurde. Für verschiedene Drucke wurde die EMK mittels des Multiplikationssystems gemessen; sie ist ein Maß für die Größe des Druckes. Ein weiterer Vorschlag vom Verfasser ging darauf hinaus, die beschriebene Einrichtung auch zur Temperaturmessung zu benutzen. Dies kann geschehen, wenn man das Glasgefäß, anstatt es vor dem Einfluß der Außentemperatur zu schützen, im Gegenteil der zu messenden Temperatur aussetzt. Statt der Druckskala am Galvanometer müßte man dann natürlich eine Temperaturskala anbringen. Versuche an einem solchen „Vakuumwiderstandsthermometer" wurden ebenfalls durchgeführt. Die Einrichtung hat sich als außer-

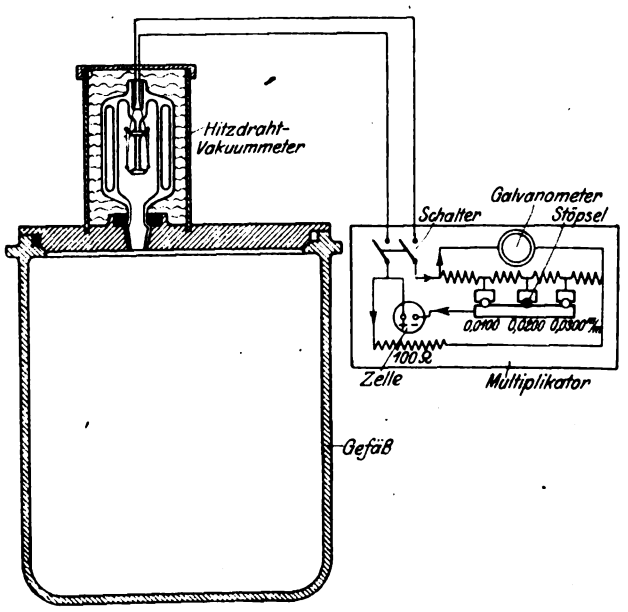


Abb. 4. Hitzdrahtvakuummesser mit Multiplikator.

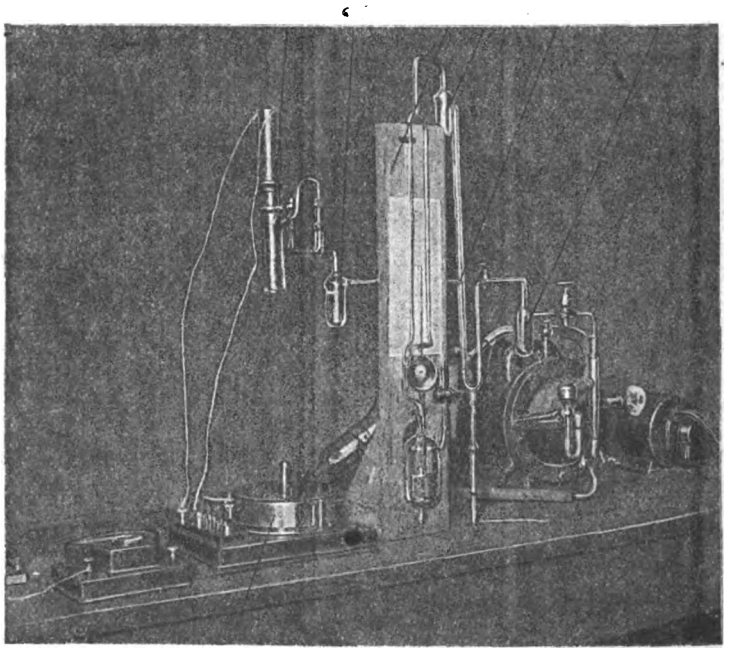


Abb. 5. Einrichtung zur Kalibrierung des Hitzdrahtvakuummessers.

[1]) Die Photographie wurde seiner Zeit dem Verfasser von der Westinghouse Electric Co. in East-Pittsburgh zur Verfügung gestellt.
[2]) „Electrician", Juni 1915.

Digitized by Google

ordentlich empfindlich gezeigt und dürfte sich in vielen Fällen als zweckmäßig erweisen.

Es bleibt mir noch übrig, Herrn L. W. Chubb für wertvolle Ratschläge an dieser Stelle zu danken.

Der neue Vertrag zwischen dem „Verband Groß-Berlin" und den Berliner Straßenbahngesellschaften.

Am 25. April ist der neue Vertrag zwischen dem „Verband Groß-Berlin" einerseits und der Großen Berliner Straßenbahn, der Berlin—Charlottenburger Straßenbahn, der Westlichen Berliner Vorortbahn, der Südlichen Berliner Vorortbahn sowie der Nordöstlichen Berliner Vorortbahn A. G. anderseits von der Verbandsversammlung angenommen worden und hat am gleichen Tage die Zustimmung der Hauptversammlung der Großen Berliner Straßenbahn gefunden. Wiederholt waren die Straßenbahngesellschaften an den Verband um Tariferhöhung herangetreten, doch war dieselbe am 27. XI. 1916 endgültig abgelehnt worden. Erst das am 8. IV. 1917 in Kraft getretene Verkehrssteuergesetz, welches den Gesellschaften das Recht gibt, am 1. Juli d. Js. ihre Tarife um 6% zu erhöhen, brachte die Angelegenheit erneut in Fluß und hat zum Abschluß des jetzigen Vertrages geführt. Mit ihm wird den Gesellschaften eine Tariferhöhung um 25% zugebilligt, während anderseits die zahlreichen rechtlichen und sonstigen Beziehungen zwischen den Gemeinden und den Straßenbahnen durch den Verband Groß-Berlin vereinheitlicht, das Erwerbsrecht der Bahnen verbessert und die Entwicklung des Groß-Berliner Verkehrsnetzes, insbesondere in den Außenbezirken, sichergestellt ist. Demgemäß sind die Hauptpunkte des Vertrages die Bestimmungen über die Beförderungspreise (§ 17), über die Abgabenvorschriften (§ 18), über das Erwerbsrecht (§ 25) und über die Bau- und Betriebsverpflichtung (§§ 4 u. 11). Im übrigen lehnt sich der Vertrag an den Berliner Einheitsvertrag, als den bedeutsamsten und in vieler Hinsicht als den bisher vollkommensten Zustimmungsvertrag vom 18. VIII. 1911 an.

Der neue Vertrag ist auf die Dauer der staatlichen Genehmigung für die Große Berliner Straßenbahn, also auf die Zeit bis zum 31. XII. 1949 geschlossen und trat am 1. Mai in Kraft. Die Bauverpflichtungen (§ 4) erstrecken sich darauf, daß zunächst der Bau von rd 60 km Strecke, über die bereits in Verträgen Abmachungen getroffen sind, sichergestellt ist, und daß die Gesellschaften gehalten sind, innerhalb des Verbandsgebietes mit Ausschluß des Gemeindegebietes von Berlin jährlich 5 km ein- oder zweigleisiger Strecke zu bauen. Für die Erweiterung des Bahnnetzes im Weichbilde der Stadt Berlin verbleibt es außerdem bei der Bestimmung des § 9 im Berliner Vertrage von 1911. Ein lang gehegter Wunsch der Vororte ist hiermit erfüllt.

Die an den Baustrecken vorhandene Dichte der Bebauung gilt als Maßstab für die Höhe der von den Gesellschaften zu tragenden Baukosten. Haben die betreffenden Straßen eine Bebauung von mindestens $^2/_3$ der Grundstücksfronten, so tragen die Gesellschaften die Baukosten in ganzer Höhe, bei einer solchen von mindestens $^1/_3$ nur die reinen Gleiskosten, und bei einer noch geringeren Bebauung erhalten sie ihre Kosten zurückerstattet. Die Anlage der Bahnen auf eigenem Bahnkörper wird hierbei vom Verbande besonders gefördert werden.

Eine Unterhaltungspflicht der Pflaster- und Rasenflächen der Neubaustrecken besteht für die Gesellschaften nicht; dieselbe wird durch die Leistung eines angemessenen Beitrages abgelöst, der ohne Rücksicht auf die Befestigungsart auf 3 M für das lfd. m Doppelgleis und auf 1,5 M für das lfd. m Einfachgleis bemessen ist. Dies soll für die Gemeinden ein Anreiz sein, eine Befestigungsart zu wählen, die möglichst geringe Unterhaltungskosten verursacht. Die Reinigung des Bahnkörpers erstreckt sich für die Gesellschaften nur auf die der eigenen Anlagen, wie Schienenrillen, Weichenkästen usw.

Bei Verrechnung gegenseitiger Kosten sind im § 7 besondere Zuschläge zum Rechnungsbetrage für die Vergütung der Verwaltungskosten vereinbart, um durch diese einheitliche Regelung den aus Mangel solcher Bestimmungen wiederholt entstandenen Anlaß zu Streitigkeiten zu beseitigen.

Im § 8 wird die Verpflichtung zur Errichtung von Warteräumen auf das Gesamtnetz der Gesellschaften ausgedehnt. Der § 9 bestimmt die für das Groß-Berliner Bahnnetz neue Einrichtung der Aufstellung von Fahrplantafeln an den Endhaltestellen und der Anbringung von Linienschildern an den Zwischenhaltestellen; der dritte Teil sämtlicher Haltestellen soll Linienschilder erhalten. Bei der großen Anzahl der Linien der Gesellschaften wird diese Ausführung zweifellos von der Bevölkerung angenehm empfunden werden.

§ 10 hebt das Reklameverbot auf, ohne daß der Verband sein Mitbestimmungsrecht zu angemessener Reklame aufgibt; diese Maßnahme ist nicht allein für die Gesellschaften gewinnbringend, sondern von allgemeinem Nutzen für Handel und Industrie zur Hebung der durch den Krieg stark geschädigten Geschäftslage.

§ 11 stellt in Verbindung mit § 4 eine der Hauptgegenleistungen der Gesellschaften an den Vertrag für die zugebilligte Tariferhöhung dar. Die Abmachungen in § 11 ermöglichen dem Verband weitgehende Einwirkung auf die Betriebsdurchführung mit Bezug auf die Verstärkung des Betriebes auf überlasteten Linien, auf die Regelung der Betriebsdichte auf den Neubaustrecken und auf die Herstellung fehlender Verkehrsverbindungen auf vorhandenen Gleisstrecken. Die hierbei erforderlichen Betriebsfeststellungen erfolgen nach gänzlich neuen, sorgfältig ermittelten Grundsätzen. Für den Betrieb der Neubaustrecken ist es von besonderer Bedeutung, daß die Gesellschaften diese Linien zu betreiben haben, ohne daß der Verband irgendwelche Leistungen für den Betrieb zu übernehmen hat.

Der § 12 enthält eine für die Entwicklung der Außenbezirke des Verbandsgebietes besonders wichtige Vereinbarung, indem die Gesellschaften zu einem Bau- und Betriebsfonds des Verbandes einen jährlichen Zuschuß in Höhe von $^1/_8$% ihrer Roheinnahme des betreffenden Jahres aus der Personenbeförderung beitragen müssen. Aus diesem Fonds, in den auch die Beiträge von Dritten, die an den Bau von Strecken interessiert sind — die Gemeinden, Grundstücksgesellschaften u. dgl. — fließen, werden etwaige Zuschüsse zu den Bau- und Betriebskosten dieser Strecken vom Verband bestritten. Dieser Fonds setzt den Verband in die Lage, praktisch verkehrsfördernd zu wirken.

Die §§ 13 bis 16 enthalten Vereinbarungen über die Mitbenutzung und Kreuzung von Strecken, über Anschlußbetriebe, Wettbewerbsbetriebe und den Fahrplan. Hierin ist von besonderer Wichtigkeit, daß die Gesellschaften nicht berechtigt sind, der Herstellung oder dem Betriebe von Verkehrsunternehmungen irgendwelcher Art, insbesondere von Hoch-, Untergrund-, Einschnitt-, Schwebe- und Flachbahnen unter der Behauptung des Wettbewerbs zu widersprechen. Beim Fahrplanrecht ist die Erweiterung auch auf den Güterverkehr neu, der für die Zukunft in gewissem Umfange erhöhte Bedeutung gewinnen dürfte.

§ 17 regelt als wichtigster die Bestimmungen über die Beförderungspreise. Auf dem gegenwärtigen und künftigen Gesamtnetz der Gesellschaften, das sich im allgemeinen über das Gebiet des 7½ Pf-Postbestellbezirks erstreckt, gilt ein einheitlicher Fahrpreis von 12½ Pf f. d. Fahrgast. Dieser wird mit Rücksicht auf die bestehenden Münzsorten in der Form eingeführt, daß:

1. unpersönliche Doppelfahrscheine zum Preise von 25 Pf, gültig für 2 ununterbrochene Fahrten und 2 aufeinanderfolgende Betriebstage, wobei die Sonntage für die Berechnung der Gültigkeitsdauer nicht mitzählen,
2. unpersönliche Sammelkarten zum Preise von 1 M für 8 ununterbrochene Fahrten durch das Schaffnerpersonal ausgegeben werden. Die Sammelkarten werden für 3 Kalendermonate ausgegeben, jedoch mit der Maßgabe, daß jede Neuausgabe immer mindestens einen Monat in die alte Ausgabe zurückgreift.

Sofern Einzelfahrscheine gefordert werden, dürfen die Gesellschaften hierfür einen Fahrpreis von 15 Pf erheben.

Für die Vergünstigungstarife wird folgendes eingeführt:

	jetzt	früher
1. Monatskarten:		
für 1 Linie zum Preise von	9,75 M	7,70 M
für 2 Linien zum Preise von	12,50 „	10,20 „
für 3 Linien zum Preise von	16,50 „	13,40 „
für 4 Linien zum Preise von	20,— „	16,40 „
für sämtliche Linien zum Preise von	25,— „	30,60 „
2. Schülermonatskarten: zur Benutzung von zwei Linien zum Preise von	4,— „	3,— „
3. Arbeiterwochenkarten:		
für 6 Wochenfahrten zum Preise von	0,60 „	0,50 „
für 12 Wochenfahrten zum Preise von . . .	1,20 „	1,— „

Da zu berücksichtigen ist, daß bei den Einzelfahrscheinen nach den Erfahrungen andernorts in der Hauptsache auf Sammelfahrscheine gefahren werden wird und die Tariffestsetzung auf 12½ Pf vielfach, wo 15 Pf und 20 Pf Fahrscheine bisher galten, eine Tarifminderung bedeutet, so wird der Grundsatz, im Durchschnitt die Tarife nicht mehr als um 25% zu erhöhen, gewahrt. Das gleiche gilt bei den Vergünstigungstarifen, da auch hier bei den höher bezahlten Monatskarten eine recht erhebliche Preisminderung gegen die jetzigen Preise eintritt.

Auch in dieser Tariffestsetzung liegt ein großer Vorteil für die Entwicklung der Außenbezirke Groß-Berlins.

Eine Revision vorstehender Tarife ist vor dem 1. V. 1921 ausgeschlossen; sodann soll es jedem der vertragschließenden Teile freistehen, eine Nachprüfung der Tarife zu verlangen. Führt dies zu keiner Verständigung, so bleibt es bei den jeweils bestehenden Tarifen. Ein Revisionsrecht besteht also für die Gesellschaften nicht.

§ 18 enthält die geldlichen Gegenleistungen der Gesellschaften an den Verband. Die in den früheren Verträgen vereinbarten Vorschriften über Abgaben von der Roheinnahme aus der Personenbeförderung bleiben bestehen; alle Abgaben als Anteil am Reingewinn der Gesellschaften, sowie alle sonstigen Bestimmungen über Abgaben werden aufgehoben. Zu den bestehenbleibenden Vorschriften gehören auch die Bestimmungen der Berliner Verträge von 1911, wonach die 8%ige Abgabe von der Roheinnahme im Falle einer Tariferhöhung auf 10% steigt.

Die Abgabe von der Einnahme aus dem Güterverkehr ist für das ganze Verbandsgebiet auf 8% der Roheinnahme festgesetzt. Die Entwicklung des Güterverkehrs soll hierdurch gefördert werden.

Am Reingewinn der Gesellschaften ist der Verband nach Zahlung einer 6%igen Dividende auf das Aktienkapital an die Aktionäre derart beteiligt, daß er von dem weiter verbleibenden Rest des Reingewinns

bis zur Höhe eines weiteren Prozent des Aktienkapitals $^1/_3$,
bis zur Höhe von weiteren 1½% des Aktienkapitals $^1/_2$,
von dem dann etwa noch verbleibenden Rest $^2/_3$ erhält.

Dieser Beteiligungsmaßstab am Reingewinn bedeutet eine wesentliche Verbesserung der Berliner Bestimmungen. Denn während nach dem Berliner Vertrage der Verband

bei einer Dividende von etwa 7,4% $^1/_3$ und
„ „ „ „ „ 8,7% $^2/_3$

erhielte, werden nach dem neuen Vertrage auf den Verband schon

bei einer Dividende von etwa 6,7% $^1/_3$ und
„ „ „ „ „ 7,4% $^2/_3$

als Anteil entfallen.

§ 19 betrifft die Sicherheit, § 20 die Tilgung von Anleihen, § 21 die Abschreibungen, Anlegung und Auffüllung der Fonds, § 22 die Aufsichtsrechte des Verbandes, § 23 die Verträge mit Angestellten, Patente und Lizenzen, § 24 Übergang auf Rechtsnachfolger. Die bezüglichen Bestimmungen in diesen Paragraphen sind aus dem Berliner Vertrage von 1911 übernommen, teilweise auch, wie die im § 22 über die Auskunftspflicht der Gesellschaften gegen früher verschärft.

Die Bestimmungen über das Erwerbsrecht in § 25 stellen eine wesentliche Verbesserung gegenüber den bisherigen dar. Zu den bisher vereinbarten Erwerbsterminen zum 1. I. 1930, 1935, 1940, 1945 und 1950 ist der zum 1. I. 1925 hinzugetreten. Sodann ist an Stelle des 25-fachen Betrages der Durchschnittsdividende der letzten sieben Jahre als Erwerbspreis der 20-fache Betrag getreten. Bei einer Dividende von 8% bedeutet diese Änderung beispielsweise eine Herabsetzung des Kaufpreises um rd 40 Mill. M. Dieser Verbesserung steht die Bewilligung eines Mindestpreises von 150% des Aktienkapitals für die ganze Vertragsdauer gegenüber; er würde einer Dividende von 7½% entsprechen. Die Passiva, sowie alle Aktiva der Gesellschaft einschließlich aller Fonds (Tilgungs- und Reservefonds) gehen auf den Verband über; im Tilgungsfonds liegen die Aktien der der Großen Berliner Straßenbahn angegliederten Zweiggesellschaften. Durch diese Bestimmung wird der wirkliche Erwerbspreis ganz bedeutend herabgedrückt.

Das im § 26 behandelte Heimfallrecht ist unverändert aus dem alten Berliner Vertrage übernommen. Es dürfte kaum ausgeübt werden, da eine etwa zu zahlende Entschädigung bei Ausübung des Erwerbsrechts wegen des gleichzeitigen Zufallens der Fonds an den Ver-

Digitized by Google

band kleiner ist als die für den Heimfall des Unternehmens vom Verband zu zahlende Entschädigung.

Aus den weiteren Bestimmungen ist noch von Interesse, daß sich der Verband für die im Besitze der Gesellschaften befindlichen Aktien der Allgemeinen Berliner Omnibus-A. G. bei eventueller Veräußerung ein Vorkaufsrecht ausbedungen hat.

Dieser Vertrag ist nach dem Erwerb des Grünflächengürtels um Groß-Berlin das zweite bedeutende Werk des Verbandes, vielleicht bedeutender als das erste. Der Vereinheitlichungsgedanke Groß-Berlins ist in ihm zur Tat geworden, und in wie hervorragender Weise dies von der Muttergemeinde Berlin gefördert worden ist, zeigt der Magistratsbeschluß, wonach die Stadt Berlin zugunsten des Verbandes verzichtet:

1. auf die in den Berliner Verträgen vorgesehene Erhöhung der Bruttoabgabe von 8% auf 10%.
2. auf die Abgabe vom Reingewinn der Gesellschaft.

Der Verzicht zu 1. ist auf jährlich etwa 1 Mill. M zu bewerten, und ungefähr den gleichen Betrag machte vor dem Kriege im Durchschnitt die Reingewinnabgabe aus. Mit diesen Beträgen, wie mit dem Bau- und Betriebsfonds (§ 12) ist nunmehr dem Verband die Möglichkeit erschlossen, dezentralisierende Bevölkerungspolitik in verkehrstechnischer Hinsicht zu treiben.

Nach dieser Tarifvereinheitlichung aller Straßenbahngesellschaften steht eine Verschmelzung der Großen Berliner mit ihren Tochtergesellschaften in Aussicht. Die Fusionsbedingungen liegen gegenwärtig dem Verbande zur Genehmigung vor. Przygode.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Fünfzig Jahre Unterseetelegraphie und Thomsons Heberschreiber.

[Georg Schmidt. Die Naturwissenschaften 1918, Heft 1 und 2.]

Die Vorschläge zur Legung von Unterseekabeln lassen sich bis in das Jahr 1837 zurückverfolgen. Jedoch erst Werner Siemens fand in der Guttapercha einen Baustoff, der sich zur Umhüllung der Kabelader eignet; Siemens war es auch, der 1847 das erste Guttapercha-Erdkabel und 1848 das erste Seekabel legte. Nunmehr folgten die Kabellegungen rasch aufeinander, 1851 waren bereits 8, allerdings durchweg kurze Seekabel hergestellt; das erste längere Kabel von 640 km Länge wurde 1854 im Schwarzen Meer verlegt. Das schon in den ersten Anfängen angestrebte Ziel, Europa mit Amerika durch ein Kabel zu verbinden, ließ sich erst wesentlich später nach verschiedenen Mißerfolgen erreichen. Nachdem ein erster Versuch 1857 gescheitert und der zweite 1858 nur einen 2½ Monate dauernden Verkehr ermöglicht hatte, war es wieder Siemens, der durch mehrere erfolgreiche Kabelverlegungen die Wege zur Vermeidung der bisher gemachten Fehler wies. Die Legung des Kabels gelang schließlich, und am 4. August 1866 konnte der telegraphische Verkehr zwischen der Alten und Neuen Welt aufgenommen werden. Bald wurden neue Kabelwege geschaffen, und es begann der Ausbau des Weltkabelnetzes, das heute einen sehr großen Umfang angenommen hat. Die Darstellung des Verfassers zeigt, daß auch für dieses Gebiet deutscher Forschergeist die wissenschaftlichen Grundlagen geliefert hat, und daß in Deutschland und von Deutschen die ersten Erfolge erzielt worden sind. Das erste deutsche Kabel nach Amerika wurde 1900 gelegt, später folgten zwei weitere, eins nach Nord-, das zweite nach Südamerika. Die längste Kabelverbindung ist das 1900 gelegte 14 516 km lange sogenannte „Allbritische Kabel" von Vancouver nach Australien.

Im Anschluß an die geschichtliche Entwicklung der Kabellegungen werden in knapper und übersichtlicher Weise die wichtigsten im Gebrauch befindlichen Apparate und Schaltungen erläutert. In der ersten Zeit wurde als Empfangsapparat das Marinegalvanometer von Thomson, insbesondere in der Ausführung als Sprechgalvanometer von Muirhead benutzt. 1867 trat an seine Stelle der Heberschreiber von Thomson, von dem verschiedene Ausführungsformen beschrieben und abgebildet sind. Zu bemerken ist, daß die in Abb. 13 des Aufsatzes dargestellte neueste Ausführung des Heberschreibers nach Muirhead als Landapparat meist nur für kürzere Kabel verwendet wird. Auch für das Kabel der Deutsch-Südamerikanischen Telegraphengesellschaft benutzt man in Emden die größere, nicht die in Abb. 13 der Quelle angegebene Ausführung. Für Übertragungen dient u. a. das Trommelrelais von Taylor, Brown und Dearlove. In den letzten Jahren vor dem Kriege gelangte der Hitzdrahtverstärker von Heurtley zur Einführung, u. a. auch auf den beiden Kabeln der Deutsch-Atlantischen Telegraphengesellschaft; dieser Verstärker eignet sich auch als Übertragungsapparat und wird als solcher benutzt. Der Grundgedanke einer Übertragung zwischen zwei Kabeln wird an einer übersichtlichen Zeichnung erläutert. Für das Abgeben der telegraphischen Zeichen ist die Hand-Doppeltaste durch selbsttätige Sendeapparate, die durch ein Uhrwerk oder einen kleinen Elektromotor angetrieben werden, ersetzt worden. Der zugehörige Lochstreifen wird entweder mittels Handstanzer oder durch ein Tastenwerk hergestellt. Schließlich wird der Gegensprechbetrieb eines Unterseekabels und im Zusammenhang damit die Anordnung eines künstlichen Kabels der Muirheadschen Ausführung kurz beschrieben. *Krt.*

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Neue drahtlose Marinestation in den Vereinigten Staaten.

[The Wireless World, Bd. 5, S. 89.]

Das Committee of the Naval Forces des Senats der Vereinigten Staaten von Nordamerika hat die Bewilligung von rd 2 000 000 M für eine Radiostation auf Porto Rico beantragt.

Neue Großstationen.

[The Wireless World, Bd. 5, S. 91.]

Eine der letzten Nummern des Scientific American enthält einen Bericht über die Eröffnung der Marine-Radiostation zu Chollas Heights bei San Diego. Die Station, die am 26. I. 1917 in Betrieb genommen wurde, ist die stärkste Anlage ihrer Art in Amerika. Auf ihr stehen 3 Türme für die Antenne von 187 m Höhe. Man nimmt für diese in Anspruch, daß sie die höchsten Antennentürme der Welt seien. (Dabei ist in Amerika hinreichend bekannt, daß das nicht der Fall ist.) Ihr Querschnitt bildet ein gleichseitiges Dreieck, dessen Seite am Fuß der Türme etwa 46 m, an der Spitze etwa 2½ m lang ist. Die Türme stehen 325 m auseinander. Für das Erdnetz, das auf dem 29 ha großen Stationsplatz ausgelegt ist, sind etwa 40 km Kupferlitze gebraucht worden. Die Station arbeitet mit ungedämpften Wellen. Der Strom für den Lichtbogen wird von einer Gleichstrommaschine geliefert, die 200 kW bei 1000 V liefert; sie wird angetrieben von einer Drehstrommaschine von 220 kW, die unmittelbar an ein 2200 V-Netz angeschlossen ist. Die Station hat der amerikanischen Regierung rd 1 200 000 M gekostet. Ihr Bau hat 2 Jahre gedauert. *Rp.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Wirbelstromverluste in massiven Ankerleitern bei Leerlauf.

[Dreyfus, Berlin. Archiv f. Elektrotechnik, Bd. 6, S. 327.]

Ein beträchtlicher Teil der Verluste, die gewöhnlich unter dem Sammelbegriff der Eisenverluste verstanden werden, hat in Wirklichkeit seinen Sitz in den Nutenleitern. Schon bei Leerlauf ist das Nutenquerfeld hochgesättigter Anker stark entwickelt, und seine Verteilung längs des Ankerumfangs ist reich an höheren Harmonischen. Beides ist der Erzeugung starker Wirbelstromverluste in den Ankerleitern günstig. So ist es denn auch oft geradezu die Rücksicht auf diese Wirbelstromverluste, nicht etwa auf den Magnetisierungsstrom oder die Magnetisierungsleistung, welche die obere wirtschaftliche Grenze der Zahnsättigung bestimmt.

Die vorliegende Arbeit stellt die Berechnung der Wirbelstromverluste bei Leerlauf auf eine sichere Grundlage. Soweit nur die Wirkungsgradgarantien in Frage kommen, könnte man sich hiermit begnügen. Denn die Verbandsnormalien schreiben nur für die Leerlaufverluste die experimentelle Ermittlung vor. Aber als Unterlage für den tatsächlichen Wirkungsgrad und die Ankererwärmung beanspruchen die zusätzlichen Belastungsverluste mindestens das gleiche Interesse.

Weder Theorie noch Versuch vermochten bisher über diese verwickelten Verhältnisse Klarheit zu verbreiten. Man darf nämlich nicht glauben, mit der Bestimmung der Kurzschlußverluste sei die Sache abgetan. Bei Kurzschluß bleibt innerhalb der Nut fast nur das Ankerstreufeld übrig. Bei Belastung dagegen superponieren sich ihm die Ausläufer des Hauptfeldes, welche recht wohl von gleicher Größenordnung sein können oder es zuweilen wohl gar übertreffen. Aus diesem Grunde liefern alle Theorien, welche, wie die Fields und seiner Nachfolger, nur mit dem Ankerstreufeld arbeiten, für die Belastungsverluste höchstens eine untere Grenze. Ebensowenig darf man aber den Kurzschluß-Kupferverlusten die Leerlauf-Kupferverluste einfach zuzählen. Denn bei Belastung verzerrt die Ankerrückwirkung das Luftspaltfeld und führt so das ursprüngliche trapezförmige H_z-Diagramm in ein unsymmetrisches Dreieck über. Die Verhältnisse liegen somit in jeder Beziehung neuartig, und es wäre eine verdienstvolle Arbeit, durch Verschmelzung der Theorien für Leerlauf und Kurzschluß dem Geheimnis der zusätzlichen Belastungsverluste auf die Spur zu kommen. *e*

Beleuchtung und Heizung.

Beleuchtungskalender der deutschen Eisenbahnverwaltungen und Beleuchtungskosten neuerer Glühlampen in zeichnerischer Darstellung.

In der „ETZ" 1917 ist auf S. 549 eine tabellarische Zusammenstellung der nach dem Beleuchtungskalender der deutschen Eisenbahnverwaltungen (Anhang zum Signalbuch) monatlich und jährlich sich errechnenden Brennstunden enthalten. Es liegt nahe, diese Zusammenstellung in einer zeichnerischen Übersicht darzustellen, der das Unhandliche und Unübersichtliche der Zahlenreihen nicht mehr anhaftet, — ein Gedanke, der im Bezirk der Eisenbahndirektion Regensburg schon vor Jahren verwirklicht wurde. Es bedarf keiner näheren Begründung, daß eine derartige zeichnerische Übersicht der Beleuchtungsstunden — ein graphischer Beleuchtungskalender, wie er in Abb. 1 dargestellt ist — verschiedene

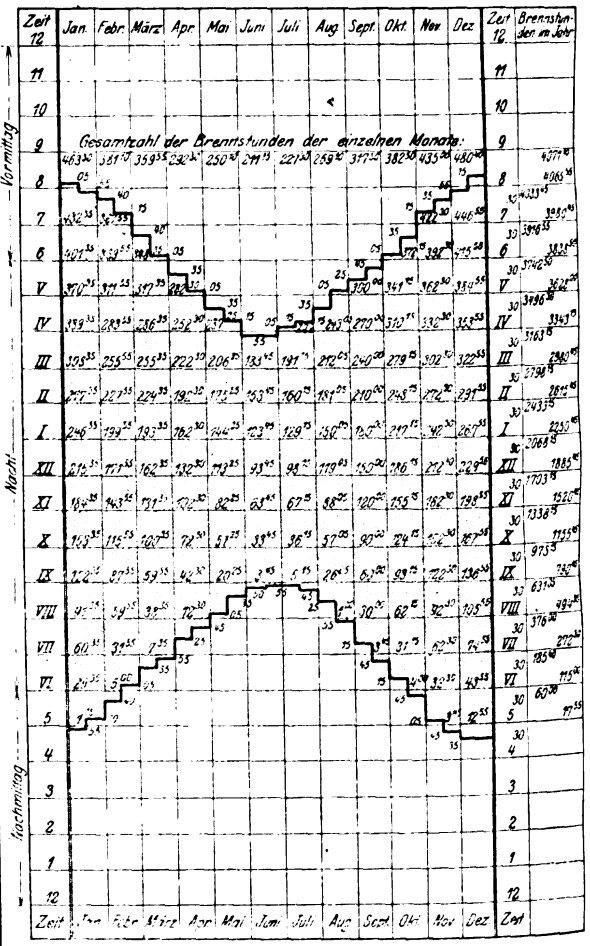


Abb. 1. Graphischer Beleuchtungskalender der deutschen Eisenbahnverwaltungen.

Vorzüge gegenüber einer bloßen Zahlentafel aufzuweisen vermag. Aus der zeichnerischen Übersicht können die Beleuchtungsstunden nach allen möglichen, im Betrieb sich ergebenden Bedürfnissen entweder ohne weiteres entnommen oder mühelos errechnet werden. Die Benutzungsweise der Übersicht ergibt sich bei genauerer Durchsicht der Darstellung von selbst. Dieser graphische Beleuchtungskalender ist für den bahnamtlichen Beleuchtungstechniker ein ganz vorzüglicher Behelf, der besonders schätzenswerte Dienste bei der Berechnung von Beleuchtungskosten jeder Art

Digitized by Google

und bei Vergleichsberechnungen von solchen leistet.

Für letzteren Zweck und für die Planung von elektrischen Lichtanlagen bietet ein weiterer, in Abb. 2 dargestellter Behelf eine

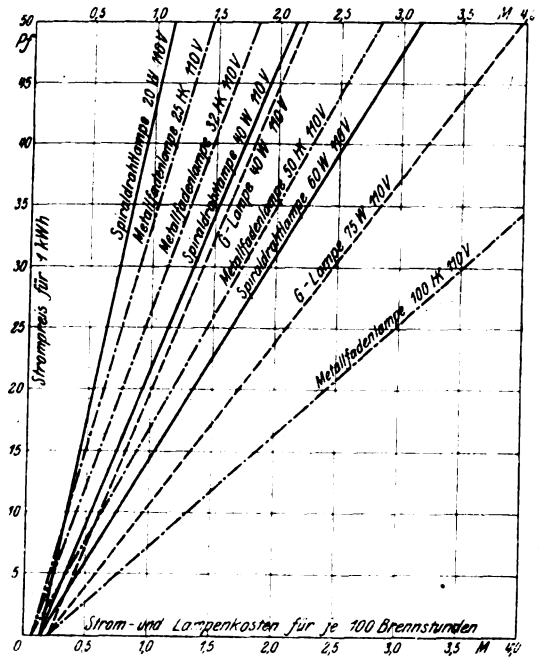


Abb. 2. Beleuchtungskosten neuerer Glühlampen.

Bei Glühlampen für 220 V erhöhen sich die Beleuchtungskosten für je 100 Brennh

bei Metallfadenlampen . . um 5 Pf
„ Spiraldrahtlampen . . „ 6 „
„ G-Lampen (75 W) . . „ 12 „

Die Brenndauer der Lampen wurde mit 1000 Brennh angenommen. Können bei den Metalldrahtlampen je nach Verhältnissen mehr Brennstunden (2000 bzw. 1600) angesetzt werden, so vermindern sich die Kosten:

bei Metallfadenlampen . . um 4 Pf
„ Spiraldrahtlampen . . „ 6 bis 7 „

In der Lichtwirkung können gleichgestellt bzw gegeneinander ausgetauscht werden:

Metallfadenlampen von 25 HK und Spiraldrahtlampen von 20 W,
Metallfadenlampen von 50 HK und G-Lampen von 40 W unter Umständen auch Spiraldrahtlampen von 40 W,
Metallfadenlampen von 100 HK und G-Lampen von 75 W.

große Arbeitserleichterung: die zeichnerische vergleichsweise Darstellung der Beleuchtungskosten neuerer Metalldrahtlampen für je 100 Brennstunden und Strompreise bis zu 50 Pf/kWh. Auch hier erübrigt sich bei der Einfachheit der Darstellung über die Auswertung der Strahlenkurven Erläuterndes zu sagen. Die erforderlichen allgemeinen Angaben sind unter Anpassung an die praktischen Verhältnisse unter der Darstellung selbst kurz vermerkt. Die Strahlenwerte sind für eisenbahndienstliche Verhältnisse berechnet und beruhen hinsichtlich der Kosten der Glühlampen auf den von den Eisenbahnverwaltungen bezahlten Friedenspreisen. Für Privatverhältnisse werden sich die Strahlenkurven infolge der meist höheren Beschaffungskosten der Glühlampen um einen entsprechenden Betrag parallel verschieben. Bei Berücksichtigung dieses Umstandes kann diese zeichnerische Darstellung der Beleuchtungskosten auch für den privaten Beleuchtungstechniker von Wert sein und ihm eine schätzenswerte Erleichterung bei seinen Planungsarbeiten bringen.

Wilhelm Lehner.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Erfahrungen aus einer Anlage mit asynchronen Generatoren.

[Electrical World, Bd. 69, S. 793.]

J. H. Siegfried berichtet über eine Anlage der Pacific Power & Light Co., die bisher zwei Jahre lang ohne eigentliche Wartung erfolgreich im Betriebe gewesen ist.

Asynchrone Generatoren oder Induktionsgeneratoren sind übersynchron angetriebene Induktionsmotoren. Sie entnehmen wie diese ihre Magnetisierung dem Netze und verursachen somit eine starke Belastung mit nacheilender Phase. Der mitgeteilte Fall zeigt, unter welchen Umständen Induktionsgeneratoren mit Vorteil verwendet werden konnten.

In der Mitte etwa einer Kraftübertragung von 483 km Länge, welche von Synchrongeneratoren gespeist wird, fanden sich mehrere kleinere Wasserläufe, die vereinigt mittels eines hölzernen Rohres einer Pelton-Francis-Turbine von 1400 kW bei 200 Umdr/min zugeführt wurden und einen Induktionsgenerator von 1400 kW antreiben, dessen Energie für die Kraftübertragung nutzbar gemacht wird.

Für die Magnetisierung des Generators sind 825 kVA erforderlich (die Phasenverschiebung des vollbelasteten Motors würde mithin $\cos \varphi = 0{,}87$ betragen müssen), und diese werden im vorliegenden Falle von der Fernleitung sozusagen „umsonst" geliefert, da sie — mit Ausnahme der Zeit des stärksten Kraftbedarfes für die Bewässerung — stark voreilenden Leistungsfaktor besitzt.

Man kann den normalen Ladestrom auf 100 A schätzen (vgl. „ETZ" 1917, S. 330). Die normale Ladung der Fernleitung entspräche somit 6600 kVA, deshalb ist es durchaus wahrscheinlich, wenn der Verfasser angibt, daß der Einbau des Induktionsgenerators die Fernleitungen beträchtlich entlastet habe und für die Anlage von Vorteil gewesen sei. Zeitweise, wenn Eistreiben den Betrieb des Generators durch die Wasserturbinen verhindert, läßt man ihn als Motor leer mitlaufen, um die bedeutende Phasenvoreilung auszugleichen. Da seine Spannung stets gleich der Linienspannung am Anschlußpunkt sein muß und seine Arbeitsleistung von der Menge des der Turbine zuströmenden Wassers abhängt, so beschränken sich die Maßnahmen der Betriebsführung darauf, dem Wärter auf seiner täglichen Runde längs des Kanals die Weisung zu übermitteln, welche Öffnung er dem Turbinenventil zu geben hat, um dem Generator die erforderliche Leistung entnehmen zu können. Der Wärter pumpt des Morgens das Öl auf den Vorratsbehälter, der die Lager tagsüber selbsttätig versorgt, liest die Zähler ab und berichtet telephonisch nach dem Unterwerk; hat er die vom Betriebsleiter gewünschte Leistung eingestellt, so läuft der Generator ohne jegliche Aufsicht weiter, bis der Wärter am Abend wieder zurückkommt und eine neue Einstellung für die Nacht vornimmt.

Wird der Motor durch irgend einen Zufall abgeschaltet, so nimmt die Turbine die doppelte Umdrehungszahl an, was aber Turbine und Generator ohne Schaden vertragen können; dann muß allerdings der Wärter die Anlage wieder in Gang setzen; für genügende Verständigung zwischen ihm und dem Unterwerk ist natürlich gesorgt. Ein Kurzschluß in der Leitung kann den Generator nicht beschädigen, denn er verliert dadurch seine Magnetisierung. Überlastung ist dadurch verhindert, daß die Turbinenleistung geringer gewählt wurde als die Leistung des Generators; damit ist eine solche Anlage, wie der Amerikaner sagt, foolproof.

Beachtenswert ist noch, daß der Induktionsgenerator infolge der hohen Leitungskapazität auch dann noch Strom liefern kann, wenn die Synchrongeneratoren abgeschaltet werden; die Spannung bleibt zunächst ungeändert, ändert sich aber gleichzeitig mit der Frequenz, wenn die Öffnung der Turbine oder die Belastung geändert wird. *Bd.*

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Eine künstliche Fernleitung mit einstellbaren Leitungskonstanten.

[Proceedings Am. Inst. El. Eng., Bd. 35, S. 1245.]

C. E. Magnusson und S. R. Burbank beschreiben eine im elektrotechnischen Laboratorium der Universität Washington für Lehr- und Forschungszwecke mit Erfolg benutzte künstliche Fernleitung, die bequem zur Darstellung von rd 320 km langen Übertragungsleitungen von beliebigem Leiterabstand bis zu 3 m aufwärts und beliebiger Leitergröße bis zu etwa 12 mm Leiterdurchmesser, sowie von Fernsprech-Luft- oder -Kabelleitungen und endlich von Kraftkabeln geschaltet werden kann. Die nach Art eines Kettenleiters gebaute Leitung besteht aus 20 in Reihe geschalteten und für sich je einer rd 16 km langen Übertragungsleitung entsprechenden Elementen. Die Induktivität jeder Einheit besteht aus 4 eisenlosen, in einem Viereck angeordneten Spulen, von denen eine drehbar und eine andere mit Abzweigungen versehen ist. Jede Spule hat 216 Windungen bei 0,63 Ω Widerstand; die Induktivität jedes Leitungselementes ist regelbar zwischen den ungefähren Grenzen 0,01 H und 0,0213 H, die gegenseitige Induktivität beträgt 8% der Eigeninduktivität. Je 10 in Reihe geschaltete, normale Fernsprechkondensatoren für 1000 V Betriebsspannung, denen zum Schutz gegen Überspannungen eine Funkenstrecke parallel liegt, bilden die innerhalb der Grenzen 0,092 μF und 0,192 μF einstellbare Kapazität eines Leitungselementes. Ein in Schleifenform angeordneter, mit einem verschiebbaren Kurzschlußbügel versehener Widerstand von rd 50 Ω gestattet das Anpassen an verschiedene Leitungsarten. Die Kosten der gesamten Leitung werden zu rd 2000 M angegeben.

An Hand einer großen Anzahl typischer Schaubilder und einer Reihe z. T. recht beachtlicher Oszillogramme erläutern die Verfasser anschaulich die vielseitige Verwendungsmöglichkeit der künstlichen Leitung und beschreiben von Studierenden aufgenommene praktisch wichtige Ausgleichsvorgänge, charakteristische stationäre Schwingungszustände und mit Hilfe zweier verschiedener Generatoren angestellte Resonanzversuche. In allen Fällen konnten hinreichend genaue, quantitative Daten durch Benutzung tragbarer Spannungs- und Strommesser und des Oszillographen erhalten werden. *M.-W.*

Verschiedenes.

Preisausschreiben der Technischen Hochschule zu Berlin.

Die Technische Hochschule Berlin hat folgende unsere Leser interessierende Preisaufgaben für Studierende für das Jahr 1918/19 aufgestellt. Die Aufgabe der Abteilung für Maschinen-Ingenieurwesen besteht darin, eine Übersicht über die zweckmäßige Anpassung des elektrischen Einzelantriebes an die normalen Werkzeugmaschinen der Metall- und Holzbearbeitung zu geben unter Berücksichtigung der verschiedenen Anforderungen der Maschinen mit kreisender und hin- und hergehender Arbeitsbewegung bei gleichmäßig und stoßweise wirkenden Geschwindigkeiten und Kräften.

Die Aufgabe der Abteilung für allgemeine Wissenschaften betrifft die Kostengrenzen, von denen an Elektrizität als Betriebskraft Kohle und Brennöl zu ersetzen vermag, mit Ausblick auf den voraussichtlich kommenden Umfang dieses Ersatzes in Deutschland und seine volkswirtschaftliche Bedeutung. Es soll hierbei unter Benutzung der reichen elektrizitätswirtschaftlichen Literatur die volkswirtschaftliche Bedeutung einer mehr oder minder weitgehenden Elektrisierung der Betriebe in den Vordergrund gestellt werden.

Lösungen obiger Aufgaben sind bis zum 1. V. 1919 einzureichen.

Verlängerung der Prioritätsfristen in Dänemark.

Laut Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 28. V. 1918 sind auf Grund des § 1 Abs. 2 der Verordnung des Bundesrats, betreffend die Verlängerung der im Artikel 4 der revidierten Pariser Übereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums vom 2. VI. 1911 vorgesehenen Prioritätsfristen, vom 7. V. 1915 (Reichs-Gesetzbl. S. 272) und im Anschluß an die Bekanntmachung vom 15. XI. 1917 (Reichs-Gesetzbl. S. 1050) die Prioritätsfristen in Dänemark zugunsten der deutschen Reichsangehörigen weiter bis zum 1. I. 1919 verlängert worden.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Betr. Kommissionen für Installationsmaterial- und Schaltapparate.

Mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, die sich bei Verwendung von Bolzen aus Ersatzmetall gezeigt haben, haben die Kommissionen für Installationsmaterial- und Schaltapparate beschlossen, in der Veröffentlichung „ETZ" 1917, S. 602, in der Tabelle c) die Angaben von 200 A aufwärts zu streichen und den vorletzten Absatz in Spalte 1, S. 602, der „ETZ" 1917 folgendermaßen zu ändern:

„Anschlußbolzen und Klemmen für Stromstärken bis 150 A können aus Eisen, letztere auch aus Zink bestehen."

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. e. h. G. Dettmar.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Auszeichnungen. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat auf seiner, die Feier des 25-jährigen Bestehens begehenden, XXIV. Jahresversammlung in Berlin Herrn Geheimrat Dr.

Digitized by Google

Wilhelm v. Siemens einstimmig zu seinem Ehrenmitglied ernannt. Ferner wurde aus gleichem Anlaß den Herren Prof. Dr. Emil Budde, Prof. Dr. Georg Klingenberg und Generalsekretär Ingenieur Georg Dettmar von der Technischen Hochschule zu Berlin die Würde des Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Deutscher Telegrammschlüssel für die Technische Industrie. (Ingenieur-Code.) Von L. Galland, Ingenieur. 1. Ausgabe. XVI und 866 S. in Folio. Verlag von M. Krayn, Berlin 1918. Preis geb. 120 M.

Als ein hervorragendes Zeichen der erstarkten Selbständigkeit deutschen Handels und deutscher Industrie auf dem Weltmarkte wird dieses, von seinem Verfasser in 20-jähriger Arbeit und auf Grund eigener Erfahrung im Verkehr mit dem In- und Auslande geschaffene, umfangreiche Werk nunmehr der Öffentlichkeit übergeben. Es hat die Vereinfachung und kurze Fassung von Telegrammen zum Gegenstand, ohne die der Ingenieur und Geschäftsmann im Auslandsverkehr heute unmöglich noch arbeiten können. Man sah sich bisher angesichts der ausländischen und meist nur auf englische Fabrikate und Handelsgegenstände zugeschnittenen, dürftigen Telegrammschlüssel, der sogenannten Codes, in einer bedauernswerten Lage, da diese der neuzeitlichen Ausdehnung und Vervollkommnung aller Industrie- und Handelszweige und ganz besonders des jungen aber mächtigen deutschen Welthandels in keiner Weise Rechnung tragen und in ihrer Unzulänglichkeit dem deutschen Geschäftsmann den Verkehr mit dem Auslande ungemein erschwerten, wenn er nicht seine Zuflucht zu schwerfälligen und kostspieligen Telegrammen nehmen wollte. Eine Ausnahme hiervon bildete bisher der seit dem Jahre 1882 eingeführte und auch in Industriekreisen zu großer Verbreitung gekommene Telegraphenschlüssel von Staudt und Hundius.

Der vorliegende Telegrammschlüssel bringt darin nun eine große Erleichterung. Eine erschöpfende Aufzählung der Gegenstände, die hier bis in die feinsten Abschattierungen und Sonderausführungen ihre Schlüsselbezeichnungen gefunden haben, kann hier auch nicht annähernd gegeben werden. Der Verfasser gruppiert das Werk in 5 Teile. Im ersten Teil führt er „Technische Einzelwörter" auf, also Benennungen, die allen Gebieten gemeinsam sind und zur Ergänzung des 2. Teiles dienen, falls in demselben ein einzelnes Wort fehlt oder schwer auffindbar ist. Der 2. Teil, „Technische Gruppen" benannt, bildet den Hauptbestandteil des Buches; er behandelt die einzelnen Industrie- und Gewerbezweige und innerhalb jedes derselben die Maschinen, Vorrichtungen, Zubehörteile usw. in gleichartiger Weise, alles, wie im Buche überhaupt, nach Buchstaben geordnet. Der 3. Teil umfaßt das Geld- und Maßwesen, die Gesellschaften, Banken, Eisenbahnen, Schiffahrtsgesellschaften, Behörden, Unterrichtsanstalten, Zeitschriften, Zeitungen und geographische Anlagen, der 4. Teil die gebräuchlichen Redewendungen im kaufmännischen und technischen Verkehr, sowie in ihm eingeordnet, alle in der Technik vorkommenden allgemeinen Ausdrücke und endlich der 5. Teil Telegrammadressen von etwa 600 Werken, Unternehmungen und Gesellschaften.

Jedem Teil sind einige leere Seiten zu handschriftlichen Eintragungen, Erweiterungen und besonderen Abmachungen beigefügt, was den Benutzern des Buches für besondere Schlüsselworte recht erwünscht sein wird.

Eine eingehende Bearbeitung hat im 3. Teil die Elektrotechnik erfahren. Auch dieser Teil steht ganz auf der Höhe der Zeit und läßt mit Zuhilfenahme der übrigen Teile des Buches wohl keine, in der Praxis möglichen, Fälle unberücksichtigt. Stark- und Schwachstrom, Nieder- und Hochspannung, Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrochemie, Nachrichtenwesen, Elektromedizin, Installationswesen sind einige Abteilungen, die wir aufs Geratewohl herausgreifen.

Die sämtlichen Schlüsselwörter des Buches bestehen aus 7 Buchstaben, woran sofort die Verwendung des Gallandschen Telegrammschlüssels zu erkennen ist. Enthält das Telegramm Wörter von 10 Buchstaben, so ist der „Telegrammkürzer" zur Anwendung gekommen, indem 2 Normalschlüsselwörter von je 7 Buchstaben in ein „gekürztes Schlüsselwort" von 10 Buchstaben zusammengefaßt sind. Das Buch enthält genaue Angaben zur Aufstellung und Entzifferung solcher gekürzten Bezeichnungen, wodurch eine weitere Ersparnis an Telegrammkosten entsteht.

Gallands Werk bildet nicht nur einen Telegrammschlüssel gewöhnlicher Art, sondern es bietet auch, wie der Verfasser mit Recht sagt, dem Fachmann wie dem Laien durch seine übersichtliche Anordnung einen Wegweiser in den einschlägigen Fragen des Ingenieurwesens. Verfasser ging hierbei von der Absicht aus, dem Exporteur, welchem nicht überall technisch gebildetes Personal zur Verfügung steht, durch die systematische Bearbeitung des Stoffes einen Leitfaden durch die verschiedenen Zweige der Technik zu geben. Bei jeder Maschinengattung sind die für den Entwurf und die Ausführung wissenswerten Angaben innerhalb der betreffenden Gruppe zu finden.

Das Werk stellt eine Arbeit ersten Ranges dar und wird sich in den Geschäftsbetrieben bald als unentbehrliches Hilfsmittel erweisen. Die Benutzung des Telegrammschlüssels ist einfach und übersichtlich. Der Gebrauch ist dem Benutzer leicht gemacht und die Möglichkeit von Irrtümern fast ausgeschlossen.

Die Ausstattung des Werkes entspricht bester Friedensware, was bei der häufigen Benutzung des Buches eine unerläßliche Bedingung war. Der Preis muß angesichts der verdienstvollen, gründlichen und überaus sorgfältigen Bearbeitung und guten drucktechnischen Ausführung des Werkes mäßig genannt werden; die Ausgabe macht sich in kurzer Zeit bezahlt, da nicht nur an Telegrammkosten, sondern auch an Zeitaufwand Ersparnisse erzielt werden. Zehme.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Schriften zur Psychologie der Berufseignung und des Wirtschaftslebens. Verlag von J. A. Barth. Leipzig 1918.

Heft 1: Wirtschaftspsychologie und psychologische Berufsberatung. Von O. Lipmann. 26 S. in 8°. Preis 0,80 M.

Heft 2: Über eine psychologische Einigungsprüfung für Straßenbahnfahrerinnen. Von W. Stern. 15 S. in 8°. Preis 0,40 M.

Heft 3: Die Berufseignung der Schriftsetzer. Von O. Lipmann. Eignungsprüfung bei der Einführung von weiblichen Ersatzkräften in das Stuttgarter Buchdruckgewerbe. Von D. Krais. 37 S. in 8°. Preis 1 M.

Heft 4: Vorstudien über die psychologischen Arbeitsbedingungen des Maschinenschreibens. Von W. Heinitz, 56 S. in 8°. Preis 1,40 M.

Heft 5: Die psychologische Analyse der höheren Berufe als Grundlage einer künftigen Berufsberatung nebst einem psychographischen Schema für die medizinische Wissenschaft und den ärztlichen Beruf. Von Dr. med. M. Ulrich. 38 S. in 8°. Preis 1 M.

Zwangskartellierung oder freie Organisation der Industrie? Von Dr. H. von Beckerath. 82 S. in 8°. Heft 4 der „Finanz- und Volkswirtschaftlichen Zeitfragen". Herausgegeben von Reichsrat Prof. Dr. G. von Schanz und Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Julius Wolf. Verlag von F. Enke. Stuttgart 1918 Preis 3,60 M.

Zeitgemäße Ingenieur-Ausbildung zugleich Leitfaden für sämtliche Studierende des Maschinenbaues und der Elektrotechnik. Von N. A. Imelman. 44 S. in 8°. Akademisch-Technischer Verlag von Johann Hammel. Frankfurt a. M.-West 1918. Preis 2,80 M.

Leitfaden der magnetischen Messungen mit besonderer Berücksichtigung der in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt verwendeten Methoden und Apparate nebst einer Übersicht über die magnetischen Eigenschaften ferromagnetischer Stoffe. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Gumlich. Mit 82 Abb. VIII und 228 S. in 8°. Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Braunschweig 1918. Preis geb. 14,40 M.

Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter. Von F. Pinner. Mit einer Heliogravüre. IX und 408 S. in 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig 1918. Preis 12,60 M.

Sonderabdrucke.

W. Kasperowicz. Galvanischer Unterbrecher. „Physikalische Zeitschrift", 19. Jahrg., 1918, S. 187 u. 188.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Voigt & Haeffner A. G., Frankfurt a. M.[1]) Nach dem Bericht über das 18. Geschäftsjahr 1917 war das Werk sowohl auf seinem eigentlichen Fabrikationsgebiet wie auch mit Kriegslieferungen bis an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit beschäftigt; der Umsatz ist dem Werte nach gegen das Vorjahr mehr wie verdoppelt. Dem Rohgewinn von 5,417 Mill. M (3,393 i. V.) stehen allgemeine Geschäftsunkosten nebst Steuern und Abgaben von 1,705 Mill. M (1,417 i. V.) gegenüber. Nach Abschreibungen von 0,699 Mill. M (0,299 i. V.) ergibt sich ein Reingewinn nebst Vortrag von 3,406 Mill. M (2,046 i. V.). Hiervon werden 12% Dividende (wie i. V.) auf 5 Mill. M und ein Bonus von 130 M f. d. Aktie gezahlt, 0,636 Mill. M werden zurückgelegt (0,110 i. V.). Aufsichtsrat, Vorstand, Beamte und Arbeiter erhalten 0,931 Mill. M (0,557 i. V.), für wohltätige, vaterländische und soziale Zwecke werden 0,350 Mill. M (0,210 i. V.) aufgewendet, der Rest von 0,241 Mill. M (0,393 i. V.) wird vorgetragen. In der mit 19,3 Mill. M (16,307 i. V.) abschließenden Bilanz stehen Grundstücke und Gebäude mit 3,201 Mill. M (3,143 i. V.), Waren mit 5,084 Mill. M (4,652 i. V.), Beteiligungen mit 1,082 Mill. M (wie i. V.), Wertpapiere mit 5,592 Mill. M (4,079 i. V.), Bankguthaben und Kasse mit 0,290 Mill. M (1,307 i. V.). Die Fabrikeinrichtungen, Modelle und Schutztitel sind völlig abgeschrieben (wie i. V.). Schuldnern mit 4,041 Mill. M (1,856 i. V.) stehen Gläubiger mit 5,196 Mill. M (3,048 i. V.) gegenüber. *Ptz.*

Aluminium-Industrie-A. G. Neuhausen[2]). Nach dem Bericht über das 29. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen aus Fabrikation 41,600 Mill. Fr (31,315 i. V.), die Gesamteinnahmen 43,507 Mill. Fr (32,324 i. V.). Diesen stehen gegenüber allgemeine Unkosten mit 3,684 Mill. Fr, Steuern mit 9,665 Mill. Fr (beides i. V. 5,886), Kriegsunterstützungen und Wohlfahrtszwecke mit 0,770 Mill. Fr (0,749 i. V.), Abschreibungen und Amortisationen mit 5,021 Mill. Fr (9,044 i. V.), Rückstellung für Wasserbauten mit 5 Mill. Fr (0 i. V.) und es ergibt sich ein Reingewinn von 19,368 Mill. Fr (16,644 i. V.). Hiervon werden 20% Dividende auf 35 Mill. Fr gezahlt (wie i. V.). Außerdem werden auf je 5000 Fr Aktien 1000 Fr verteilt. Die Bilanz schließt ab mit 86,853 Mill. Fr (67,226 i. V.). Das Grundkapital ist auf 42 Mill. Fr erhöht worden.

Dividenden. Ganzsche Electricitäts-A. G., Budapest: 8% (wie i. V.) auf 18 Mill. Kr.

Warenerzeugung und Warenmarkt.

Preiserhöhungen in der Elektrotechnik. Der Verband Deutscher Schwachstrom-Industrieller[3]) hat den Preiszuschlag auf alle Schwachstromartikel mit Wirkung vom 1. VI. 1918 von 125 auf 150% erhöht.

Verschiedene Nachrichten.

A. E. G.-Schnellbahn A. G., Berlin. Die Gesellschaft, deren Anlage noch im Bau begriffen ist, gewährt auch für das abgelaufene Geschäftsjahr 4½% Bauzinsen, während die A. E. G. den Gewinnanteilschein der Vorzugsaktien wiederum für dieses Jahr mit 50 M = 5% einlöst. Die Tagesordnung der ordentlichen Generalversammlung vom 28. VI. 1918 enthält den Antrag auf Genehmigung des Zusatzvertrages mit der Stadt Berlin und dem Verband Groß-Berlin betreffend u. a. die Änderung des Bahnhofs Gesundbrunnen und die Anlage des Gemeinschaftsbahnhofes am Hermannplatz, sowie die Erhöhung des Aktienkapitals um 6 Mill. M Vorzugsaktien und Bewilligung von Bauzinsen für die Jahre 1918 und 1919.

Vereinigung Deutscher Starkstromkabelfabrikanten[4]). Die Geltungsdauer der Vereinigung ist bis zum 30. VI. 1919 verlängert worden.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 316.
[2]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 926.
[3]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 540.
[4]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 12.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom" von M. Osnos, „ETZ" 1918, gibt die Abszissenachse in den Abb. 20a und 21 auf S. 225 und 226 kW Gleichstrom an.

Abschluß des Heftes: 15. Juni 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 20. Juni 1918.** **Heft 25.**

XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin.

Nachdem man, wie schon im Jahre 1915, im Vorjahre von einem Verbandstage des Krieges wegen Abstand genommen hatte, gab in diesem Jahre das 25-jährige Bestehen des Verbandes besonderen Anlaß zur Abhaltung einer Jahresversammlung. Sie fand unter sehr starker Beteiligung am 31. Mai und 1. Juni d. J. in Berlin statt.

Die am 21. und 22. Januar 1893 erfolgte Gründung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ist hier schon eingehend gewürdigt worden[1]). Zur Feier des Tages hatte indes der Verband der Jahresversammlung eine vornehm ausgestattete, mit den Bildnissen der jeweiligen Vorsitzenden und Generalsekretäre geschmückte Denkschrift gewidmet, welche als ein Markstein der fruchtbaren und zielbewußten Arbeit des Verbandes dessen Vergangenheit und Geschichte für die kommenden Generationen festlegt.

Den auf einen Tag beschränkten Verhandlungen gingen am 31. Mai Sitzungen des Vorstandes und Ausschusses voraus, in denen u. a. der Bericht des Generalsekretärs entgegengenommen wurde.

Zu der darauf am 1. Juni in der Aula der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin zusammentretenden Festversammlung war eine stattliche Anzahl von Ehrengästen, wie Kriegsminister v. Stein, Kultusminister Dr. Schmidt, Handelsminister Dr. Sydow und andere hervorragende Vertreter der militärischen und bürgerlichen Behörden und Körperschaften und der Hochschulen erschienen.

Der Verbandsvorsitzende Dr. G. Klingenberg eröffnete die Versammlung, begrüßte die Teilnehmer und im besonderen die Gäste und entwickelte in kurzen Zügen ein Bild von der bisherigen Tätigkeit des Verbandes, wobei er nachdrücklich auf die allseitig und auch in großen Teilen des Auslandes anerkannten und befolgten Sicherheitsvorschriften des Verbandes und die Kriegstätigkeit des letzteren hinwies; er gedachte der um den Verband verdienten Männer und der im Kriege gefallenen Verbandsmitglieder und schloß mit dem Wunsche, daß die Verbandsarbeiten auch in Zukunft zum Wohle des Vaterlandes beitragen möchten. Die deutsche elektrotechnische Industrie hat, wie der Vorsitzende später mitteilte, dem Verbande eine Jubiläumsgabe im Betrage von vorläufig 350 000 bis 400 000 M überreicht, wodurch dieser bei den weiteren Aufgaben, vor die er sich gestellt sieht, der finanziellen Schwierigkeiten für lange Zeit enthoben worden ist.

Im Auftrage der Reichsleitung und im Namen der preußischen Staatsregierung hieß darauf Handelsminister Dr. Sydow den Verband bei der Feier seines 25-jährigen Bestehens in der Reichshauptstadt willkommen. Der Verband dürfe voll stolzer Genugtuung auf seine Leistungen zurückblicken; seine Entwicklung entspreche ganz dem gewaltigen Aufschwung, den die Elektrotechnik in diesem Vierteljahrhundert genommen habe. Der Verband habe durch die Zusammenfassung aller wissenschaftlichen und technischen Kräfte das deutsche Wirtschaftsleben reich befruchtet und im verständnisvollen Zusammenwirken mit den Behörden zur Förderung des Gemeinwohls beigetragen. Redner sprach dem Verbande hierfür den Dank der Regierung aus. Im einzelnen führte der Minister noch aus, daß es dem Verbande durch die ständige Verbesserung der von ihm aufgestellten Sicherheitsvorschriften gelungen sei, den anfangs bestehenden Aberglauben von der besonderen Gefährlichkeit des elektrischen Betriebes zu überwinden und auszurotten. Wie noch nie zuvor sei in diesem großen Krieg die Elektrizität zu einem Mittel der Kriegführung geworden. Die Elektrotechnik sei den hierbei gestellten großen Anforderungen bei der Ersparnis der Rohstoffe und der Verwertung der Ersatzstoffe, bei der Anpassung der Betriebe an die veränderten Stoffe, bei der Regelung des Verbrauchs elektrischer Arbeit gerecht geworden und habe den für die Kriegswirtschaft verantwortlichen Behörden wertvolle Dienste geleistet. Der elektrotechnischen Industrie stehe bei den Aufgaben der neuen Zeit ein weites Betätigungsfeld offen. Die Staatsregierung verlasse sich darauf, daß der Verband auch den schwersten Aufgaben, die die Zukunft bringen mag, worunter die Versorgung des Landes mit Elektrizität besonders hervortrete, gewachsen sein werde; sie werde ihm, soviel an ihr liege, hierbei gern die Wege ebnen. In Preußen harre die Elektrizitätsfrage noch ihrer Lösung. In Anbetracht der bedeutenden und erfolgreichen Unternehmungen privatwirtschaftlicher und kommunaler Art, die schon bestünden, und mit Rücksicht auf die hohen finanziellen Anforderungen, die an den Staat nach dem Kriege allgemein herantreten werden, beabsichtige die Regierung nicht, die privatwirtschaftlichen und kommunalen Betriebe von der Erzeugung oder Verteilung des elektrischen Stromes auszuschalten oder ihren Ausbau zu beschränken. Sie wolle nur von Fall zu Fall mit besonderen staatlichen Anlagen oder mit staatlicher Beteiligung da helfend eintreten, wo das, sei es wegen der Art der dem Staat zu Gebote stehenden Kraftquellen, sei es zur Versorgung wirtschaftlich schwächerer Landesteile, zweckmäßig oder geboten erscheine. Möchte der Verband nach einem weiteren Vierteljahrhundert auf ein im Frieden erstarktes Deutschland wieder mit dem Bewußtsein blicken, ein Wesentliches zu des Vaterlandes Glück und zu seiner Größe beigetragen zu haben.

Im Namen der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin entbot deren Rektor Prof. Hüllmann den Elektrotechnikern den Willkommengruß und teilte mit, daß der Senat der Hochschule beschlossen habe, die verdienten Mitglieder des Verbandes Herrn Prof. Dr. Emil Budde in Berlin, den Vorsitzenden des Verbandes Herrn Prof. Dr. Georg Klingenberg und den Generalsekretär des Verbandes Herrn Ingenieur Georg Dettmar zu Ehrendoktoren zu ernennen.

Nach einer Reihe weiterer Ansprachen, so von Prof. Görges, Dresden, als Vertreter der deutschen Technischen Hochschulen, Stadtrat Hamburger für die Stadt Berlin, von Sektionschef v. Krasny für die Techniker Österreichs, von Generalsekretär Jakobowitsch für den ungarischen elektrotechnischen Verband und Prof. Dr. Strecker für die dem Verbande angegliederten elektrotechnischen Vereine, unter denen der Elektrotechnische Verein, Berlin, dem Verbande ein Gemälde, ein Bild der innigen Vereinigung von Elektrizität und Natur, des inmitten des waldigen Isartales gelegenen Isarwerkes bei München, überreichte, wurde Geheimrat Dr. Wilhelm v. Siemens von der Versammlung unter starkem Beifall und einstimmig zum Ehrenmitglied ernannt und dem um den Verband verdienten Generalsekretär Dettmar eine Ehrengabe überreicht. Zum Schluß dieses Teiles der Tagung sandte die Festversammlung ein Huldigungstelegramm an den Deutschen Kaiser, auf das dieser im Laufe des Tages unter dem Ausdruck des Dankes und herzlicher Glückwünsche antworten ließ.

Hierauf hielt Prof. Dr.-Ing. Petersen, Darmstadt, den Festvortrag über das Thema: „Die Hochspannungsstraßen der Elektrizität". Redner führte etwa folgendes aus:

Die Aufgaben der Leitungen höchster Spannung, der „Hochspannungsstraßen der Elektrizität", lassen sich mit den Worten kennzeichnen: Ausnutzung minderwertiger Brennstoffe, restlose Erfassung der Wasserkräfte, insbesondere auch Nutzbarmachung der Überschußkräfte im Zusammenhang mit bestehenden Werken, die sich so weit treiben läßt, daß, von den Hochwasserperioden abgesehen, jeder Tropfen großer Flüsse und Ströme durch die Turbinen läuft. Die Stromerzeugung in großen Werken, die Verkuppelung bestehender und neuer Großkraftwerke sichern eine hohe Wirtschaftlichkeit. An die Versorgung einzelner Landesteile und Länder wird sich möglicherweise mit der Zeit die einheitliche Versorgung großer Teile Deutschlands angliedern. Den großen Raumbedarf der Schaltanlagen, der zur sparsamsten Anordnung von Unterwerken zwingt, führten eine Reihe von Lichtbildern vor Augen. Hieran schlossen sich zahlreiche Aufnahmen von 100 000 V-Leitungen und der als Zwischenverteilungsstufe so wichtigen 50 000 bis 60 000 V-Leitungen. Für die Freileitungen höchster Spannung kommt nur der Hängeisolator in Betracht, der dem Stützisolator selbst Spannungen von unter 40 kV streitig macht. In der heutigen Form des Kappen- und des Hewlettisolators steckt eine große Summe von theoretischer und praktischer Arbeit. Die Wärmeausdehnungserscheinungen und die elektrische Stoßbeanspruchung haben die Hauptaufgaben gestellt. Die Stoßbeanspruchung führt auf gedrungene Formen mit einer im Verhältnis zur Durchschlagsspannung möglichst niedrigen Überschlagspannung. Besondere Schutzbügel nach Bay drücken z. B. am Hewlettisolator die Trockenüberschlagspannung fast auf den Wert der Naßüberschlagspannung herab. Technisch und wissenschaftlich hochinteressant sind die Erscheinungen im elektrischen Felde der Leitungen. Die Überanspruchung der Luft verursacht die Glimmverluste, deren Höhe vielfach überschätzt wird. Oberhalb der rechnungsmäßig faßbaren kritischen Spannung lassen sich die Glimmverluste recht gut nach der Peekschen Formel berechnen. Diese versagt aber gerade in dem meist unterhalb der kritischen Spannung liegenden normalen Arbeits-

[1]) Siehe „ETZ" 1918, S. 33: Georg Dettmar, „Die 25-jährige Wiederkehr des Gründungstages des Verbandes Deutscher Elektrotechniker."

Digitized by Google

bereich, in welchem die Verluste sehr stark von Witterungseinflüssen abhängig sind. Zu eigenartigen Spannungsverteilungen führt die gegenseitige kapazitive Beeinflussung von Doppelleitungen. Mit der nach ganz bestimmten Grundsätzen anzuordnenden Verdrillung läßt sich die elektrische Induzierung im geordneten Betrieb beseitigen. Bei Erdschlüssen ist sie völlig wirkungslos. Nach allen Erfahrungen ist die Betriebssicherheit der Leitungen höchster Spannung sehr hoch. Die Kurzschlüsse lassen sich durch die Wahl weicher Maschinen mit hochgetriebenem induktiven Eigenwiderstand, d. h. mit kleinem plötzlichen Kurzschlußstrom mildern. Je schlechter die Spannungsregelung einer Maschine ist, desto besser ist sie für den Großbetrieb geeignet. Die Unterteilung der Werke und Netze durch Überstromschutzdrosselspulen hindern das Übergreifen der Kurzschlußfolgen auf unbeteiligte Leitungsabschnitte. Die wichtigste äußere Störungsursache, der durch Vögel, Gewitter usw. eingeleitete Isolatorenüberschlag, der noch bei 50 kV-Leitungen eine Quelle häufiger Betriebsunterbrechungen ist, wird durch die Erdschlußspule beherrscht, welche den Erdschlußstrom auf etwa ein Zehntel herabsetzt und ihm die Fähigkeit zur Lichtbogenbildung nimmt. Einige, vom Vortragenden der Versammlung vorgeführte, Versuche zeigten die ausgezeichnete Wirkung der Erdschlußspule.

An den Vortrag schloß sich die Vorführung eines Films über den Bau der 100 kV-Leitung Golpa—Berlin an, der die fast überwältigenden Schwierigkeiten des Leitungsbaues im z. T. überschwemmten Gelände im nassen Winter 1917/18 zur Anschauung brachte.

Der Festsitzung folgte am Nachmittag eine Versammlung im Bankettsaal des Zoologischen Gartens, welche Prof. Gumlich mit einem Vortrag über die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften usw. von Eisenlegierungen einleitete.

Diese Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, des Eisenhüttenmännischen Laboratoriums der Technischen Hochschule zu Aachen sowie mehrerer Eisenhütten- und Walzwerke an gewöhnlicher käuflicher Ware, Fischerschem Elektrolyteisen sowie verschieden hohen Legierungen mit *C*, *Si*, *Al*, *Mn* in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführt. Sie beziehen sich auf den Einfluß der chemischen Zusammensetzung, des Glühens bei verschiedenen Temperaturen sowie der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die magnetischen Eigenschaften, den Widerstand und die Dichte der Legierungen, ferner auf die Umwandlungspunkte, die Wirkung fester und gasförmiger Verunreinigungen, die Ursache der Verbesserung durch Zusatz von Silizium und Aluminium, die Herstellung von Material mit sehr geringer Remanenz, das Altern der Transformatorenbleche, die Verzerrung der Form der Magnetisierungskurven durch Kombination von weichem und hartem Material, die Eigenschaften reiner *C*-Magnete, die magnetischen und unmagnetischen Phasen von Mangan- und Nickelstahl usw.[1]).

Hierauf folgte der geschäftliche Teil der Jahresversammlung, in dem zunächst der Generalsekretär G. Dettmar seinen Bericht über die beiden letzten Arbeitsjahre seit der XXIII. Jahresversammlung erstattete. Die einzelnen Kommissionen des Verbandes waren hiernach weiterhin bemüht, sich der Kriegswirtschaft anzupassen. Weitere Bestimmungen über die Verwendung der Rohstoffe, Kupfer und Gummi, wurden getroffen und eine neue Kommission gebildet, die über alle in der Kriegszeit gesammelten Erfahrungen berichten soll, so daß dieselben der kommenden Zeit erhalten bleiben und dazu beitragen sollen, die deutsche Elektrotechnik vom Auslande mehr und mehr unabhängig zu machen. Der Verband umfaßt z. Zt. 22 Vereine und ungefähr 5500 Mitglieder. An den Kriegsanleihen beteiligte er sich mit 675 000 M.

Mit der Erledigung weiterer geschäftlicher Angelegenheiten, bestehend in der Einsetzung neuer Kommissionen, Wahl zum Vorstand und Ausschuß und Bestimmungen über die nächste Jahresversammlung fanden die Verhandlungen der Jahresversammlung ihren Abschluß.

Am Abend dieses Tages vereinigten sich die Teilnehmer im Bankettsaale des Zoologischen Gartens zu einem Festmahle, an das sich ein vom Elektrotechnischen Verein dargebotener Bierabend mit verschiedenen künstlerischen Genüssen anschloß.

Um der Versammlung auch dieses Jahr die Besichtigung einer technischen Anlage zu ermöglichen, hatte sich der Vorstand um eine solche des Elektrizitätswerks Golpa bemüht. An derselben beteiligten sich unter Führung von Prof. G. Klingenberg etwa 35 Personen. Man nahm zunächst die Förderung der Kohlen von den Braunkohlengruben zum Kraftwerk, darauf die 5 je zu 1 Turbodynamo von 25 000 kW gehörigen Kesselhäuser, die mit dem zugehörigen Transformator (6000 : 100 000 V) zwecks Sicherung vor Überspannungen durch ein Kabel hoher Kapazität ohne Zwischenschaltung von Sammelschienen unmittelbar verbundenen Dynamos selber und endlich die vom Kraftwerk nach Berlin bzw. Wittenberg zu auslaufenden Hochspannungs-Doppelleitungen in Augenschein. Zehme.

[1]) Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in dem 4. Heft des 3. Bandes der „Wissenschaftlichen Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt" zum Abdruck gekommen (Verlag Julius Springer, Berlin; Preis 18 M), welches nach jeweils einzuholender Genehmigung des Generalkommandos in den Marken von der Verlagsbuchhandlung bezogen werden kann. Ein längerer Auszug hieraus wird nach Kriegsschluß in der „ETZ" erscheinen.

Die Untersuchung der Schalter- und Transformatorenöle.

Von G. Schendell, Stolp.

Übersicht. **Die umfangreiche Verwendung von Ölen in der Elektrotechnik läßt es wünschenswert erscheinen, mit einfachen Mitteln die Verwendbarkeit der Öle festzustellen und eine dauernde Kontrolle auszuüben. Die Aufgabe wird durch den Umstand erleichtert, daß für den vorbenannten Zweck nur die physikalischen Verhältnisse der Öle, die der Untersuchung verhältnismäßig leicht zugänglich sind, in Betracht kommen.**

In der vorliegenden Arbeit werden die einfachen Verfahren zur Prüfung der Öle beschrieben, die von jedem Betriebe leicht selbst ausgeführt werden können.

Es war seither für die Betriebe keine ganz leichte Aufgabe, die für die Füllung oder Nachfüllung von Transformatoren und Hochspannungs-Ölschaltern benötigten Öle den Anforderungen in bezug auf Reinheit und Güte entsprechend auszuwählen. Wollte man ganz sicher gehen, so konnte man allerdings von den großen Elektrizitätsfirmen jederzeit erstklassige, erprobte Öle beziehen. Neuerdings sind jedoch die Betriebe sehr oft gezwungen, selbst für die Beschaffung der Öle zu sorgen, und stehen sie vor der Aufgabe, eine geeignete Auswahl unter den angebotenen Ölen zu treffen. Eine Untersuchung der Öle vor dem Kauf ist unbedingt geboten. Nun fällt zwar bei der Untersuchung gerade der Transformatoren- und Schalteröle von vornherein ein schwierig zu entscheidender, vielumstrittener Punkt, der der Schmierfähigkeit, fort. Das ist sehr wesentlich und erleichtert die Aufgabe bedeutend. Bei den genannten Ölen kommt es nur auf die rein physikalischen und chemischen Eigenschaften an, die der Untersuchung verhältnismäßig leicht zugänglich sind. Wenn auch zur genauen Wertbestimmung eines Öles die Arbeit eines Chemikers unerläßlich ist, so gibt es doch eine Anzahl Untersuchungsarten, die sich bei einigen chemischen Kenntnissen und einiger Vertrautheit mit derartigen Arbeitsweisen leicht von jedem technisch gebildeten Betriebsleiter ausführen lassen. Sie sollten in jetziger Zeit unbedingt vorgenommen werden, denn ungeeignete Öle veranlassen Durchschläge der Transformatoren und Explosionen der Ölschalter, also Materialschäden, die zu vermeiden sind. Das unrichtig gewählte, für Transformatoren und Schalter ungeeignete, zu anderen Zwecken jedoch sehr wohl verwendbare Öl wird außerdem unserem Vorrate unnütz entzogen.

Im folgenden sollen daher diejenigen Untersuchungen kurz beschrieben werden, deren Ausführung zur Beurteilung eines Öles nach längeren, praktischen Erfahrungen nötig und nicht allzu schwer ausführbar sind.

Die in den einzelnen Abschnitten behandelten Eigenschaften der Öle beziehen sich auf bewährte, erstklassige Friedensöle. Da jedoch den augenblicklichen Verhältnissen Rechnung getragen werden muß, sind in einzelnen Abschnitten die unteren, noch zulässigen Grenzen für Kriegsöle angegeben, soweit dies mit Rücksicht auf die noch mangelhaften Erfahrungen tunlich erschien. Als unbedingt einzuhaltende Regel ist jedenfalls festzuhalten: Man mische niemals Friedensöle mit Kriegsölen, sondern verwende sie getrennt. Für empfehlenswert halte ich es, die mit Kriegsölen gefüllten Transformatoren oder Schalter äußerlich durch einen Farbstrich zu kennzeichnen. Diese sollten nach spätestens einem Jahre genau untersucht werden. Die Veröffentlichung der damit gemachten Erfahrungen würde unsere Kenntnisse über die Verwendbarkeit von Ölen zu elektrotechnischen Zwecken nicht unwesentlich erweitern, mindestens vertiefen, und uns auch vielleicht von mancher Ängstlichkeit befreien.

1. Art der Öle.

Zur Verwendung gelangen für Transformatoren Harz- oder Mineralöle, für Schalter nur Mineralöle. Harzöle geben selbst bei längerer Erwärmung kaum harzartige Ausscheidungen und besitzen eine bessere Isolierfähigkeit als Mineralöle, haben jedoch den Nachteil, stärker zu verdampfen als diese. Für dauernd stark belastete Transformatoren ist Harzöl daher nicht empfehlenswert. In neuerer Zeit werden meistens Mineralöle verwendet und auch in den von der „Vereinigung der Elektrizitätswerke" herausgegebenen „Technischen Bedingungen für die Lieferung von Transformatoren- und Schalterölen" vorgeschrieben[1]). Für Schalter eignen sich nur Mineralöle, da das Harzöl durch den Lichtbogen stark verkohlt und dann nicht mehr genügend isoliert. Der hohe Kohlenstoffgehalt ist für die Ausbildung von Schalterexplosionen gefährlich. Die Öle sollen in Eisenfässern zum Versand gebracht werden.

2. Farbe.

Die Feststellung erfolgt in einem 15 mm weiten Reagenzglase, u. zw. im durchfallenden und auffallenden Lichte. Die Öle sollen im durchfallenden Lichte durchsichtig oder mindestens stark durchscheinend sein. Die Farbe schwankt je nach dem Reinigungsgrad zwischen hellgelb, gelb, rötlich gelb, rötlich bis bräunlich rot. Feine Trübungen entstehen durch Wasser- oder Paraffinteilchen; erstere verschwinden vollständig nach Erhitzung des Öles auf 100°C, letztere bereits bei etwa 45°C, kehren jedoch nach dem Erkalten wieder. Im auffallenden Lichte fluoreszieren Öle amerikanischen Ursprungs stark grasgrün, die russischen Öle bläulich. Die Erscheinung wird gut sichtbar bei einem auf schwarzes Glanzpapier gebrachten Tropfen Öl.

3. Konsistenz.

Von den verschiedenen Konsistenzgraden kommen für die hier behandelten Öle nur in Betracht:

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 399.

Digitized by Google

1. dünnflüssig wie Petroleum,
2. wenig zähflüssig wie Spindelöl,
3. mäßig zähflüssig wie leichtes Maschinenöl.

Die Prüfung wird durch Neigen des Reagenzglases mit der Ölprobe ausgeführt.

4. Mechanische Verunreinigungen.

Die Öle müssen vollkommen rein sein; sie dürfen weder Strohteilchen, Fasern, Sand oder dergleichen enthalten. Die Bestimmung erfolgt entweder durch Durchgießen von mindestens ¼ l Öl durch ein Sieb von 0,3 mm Maschenweite oder genauer auf folgende Weise: Ungefähr 2 cm³ Öl werden im Reagenzglase in 40 cm³ Benzol gelöst. Nach einigen Stunden der Ruhe kehrt man das Probeglas vorsichtig um und stellt fest, ob sich am Boden ein Niederschlag angesammelt hat.

Die zu diesem Versuche erforderlichen Ölproben sind erst nach kräftigem Durchschütteln der Probeflasche zu entnehmen.

5. Spezifisches Gewicht.

Transformatorenöle sollen ein spez. Gewicht von nicht unter 0,850 und nicht über 0,920, Schalteröle ein solches nicht unter 0,880 und nicht über 0,900 bei 15° C besitzen. Die Bestimmung erfolgt am einfachsten und genügend genau mit dem Aräometer. Das Öl wird, nachdem es einen halben Tag in dem Versuchsraum zum Temperaturausgleich gestanden hat, in einen 50 cm hohen, 6 cm weiten Glaszylinder gefüllt, der mit der Wasserwage eben eingestellt wird. Man läßt dann die Spindel langsam in das Öl gleiten und liest nach einer Viertelstunde das spez. Gewicht in der Höhe des ebenen Ölspiegels ab, ebenso die Temperatur des Öles entweder am Thermometer des Aräometers oder, falls dieser ein solches nicht besitzt, an besonderem Thermometer. Die Spindel muß dabei frei im Öl schweben und darf sich nicht etwa an die Wandung des Zylinders legen. Das so gefundene spez. Gewicht wird dann auf 15° C umgerechnet. Dies geschieht, indem man für je 1° Unterschied der Versuchstemperatur gegenüber der Normaltemperatur von 15° einen Wert von 0,00068 zu dem abgelesenen spez. Gewicht hinzufügt oder abzieht, je nachdem die Versuchstemperatur oberhalb oder unterhalb der Normaltemperatur liegt.

Bei x° C Temperaturunterschied unterhalb 15° C sind also x . 0,00068 abzuziehen,
bei x° C Temperaturunterschied oberhalb 15° C sind also x . 0,00068 hinzuzufügen.

6. Flüssigkeitsgrad.

Die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades (Viskosität) bei den hier behandelten Ölen ist notwendig, weil von dieser die Beharrrungstemperatur und der Temperaturanstieg abhängig sind, Eigenschaften, die bei der Wertbestimmung von Transformatorenölen eine wichtige Rolle spielen. Der Flüssigkeitsgrad der Transformatorenöle soll, bezogen auf Wasser von 20° C, bei einer Temperatur von 20° C nicht über 8, derjenige für Schalteröle unter 10 sein. Die Feststellung geschieht in dem Viskosimeter nach Engler, das möglichst von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geeicht sein soll. Es besteht aus zwei ineinanderstehenden Metallschalen, u. zw. dem Ölbehälter und dem Wasserbade. Der erstere ist mit einem Deckel verschließbar, der eine Öffnung für das Thermometer und eine zweite für den Ventilstift enthält. An dem Wasserbade sind ein Halter für ein weiteres Thermometer und ein Rührwerk angebracht. Am Boden des Ölbehälters befindet sich das Ausflußröhrchen, das durch den Ventilstift verschlossen wird. An der Wandung des inneren Behälters sind in gleicher Höhe vom Boden drei Spitzen angebracht, die das wagerechte Einstellen des Apparates erleichtern und zum Abmessen der Ölprobe dienen. Bis zu diesen Niveaumarken gefüllt, muß der Behälter genau 240 cm³ Öl enthalten. Der ganze Apparat steht auf einem Dreifuß, an dem auch die Vorrichtung zur Erwärmung des Wassers bzw. Öles durch Gas oder Spiritus angebracht ist. Unter dem Dreifuß findet ein geeichter Meßkolben mit Marken für 100 und 200 cm³ Platz, der unter die Mitte des Ausflußröhrchens gestellt wird. Die Eichung des Apparates mit Wasser erfolgt zweckmäßig durch die „P.T.R.", wobei eine Auslaufzeit von 200 cm³ Wasser von 20° C meist zwischen 51 bis 53 s festgestellt wird. Die Nacheichung des Apparates, die von Zeit zu Zeit vorzunehmen ist, geschieht nach der jedem Apparat beigegebenen Gebrauchsanweisung. Bei der Prüfung des Öles muß zunächst darauf geachtet werden, daß alle Feuchtigkeit aus dem Ölbehälter entfernt ist. Dies geschieht durch Austrocknen und Ausspülen mit Alkohol, Äther und Petroleum. Das Ausflußröhrchen muß sorgfältig mit weichem Fließpapier gereinigt werden. Zuletzt wird der Ölbehälter noch mit dem zu untersuchenden Öle ausgespült, ebenso der Meßkolben; das anhängende Öl ist durch Auslaufenlassen von einer Minute Dauer zu entfernen. Der äußere Behälter wird mit Wasser, der innere nach Einsetzen des Ventilstiftes bis zu den Niveaumarken mit Öl gefüllt und genau wagerecht eingestellt. Die Flüssigkeiten werden dann auf genau 20° C gebracht. Nachdem die Temperatur mindestens 3 min konstant geblieben ist, wird der Ventilstift gezogen und die Stoppuhr in Tätigkeit gesetzt. Wenn der Meßkolben genau bis zur Marke 200 gefüllt ist, wird die Zeit abgestoppt. Die hierbei gefundene Zeit in Sekunden, dividiert durch den Eichwert, d. h. also die Ausflußzeit von Wasser, gibt den Flüssigkeitsgrad.

Es empfiehlt sich, für jedes Öl drei Bestimmungen auszuführen, deren Ergebnisse voneinander nicht mehr als ½ s abweichen dürfen. Das Mittel daraus gilt als endgültiger Wert. Das für diese Untersuchung zu verwendende Öl muß vorher von allen mechanischen Verunreinigungen befreit werden. Die Messungen sollen in einem der Temperatur von 20° C nahekommenden Raume ausgeführt werden. Vor Einfüllung des Öles ist das Wasserbad so anzuwärmen oder abzukühlen, daß das Öl möglichst bald auf die richtige Temperatur kommt.

7. Flammpunkt.

Der Flammpunkt des Transformatorenöles soll nicht unter 160° C, der des Schalteröles über 170° C liegen.

Für Kriegsöle werden die hier angegebenen Grenzen nicht immer eingehalten werden können. Öle mit einem Flammpunkt unter 140 bzw. 170° C sollten nicht mehr verwendet werden. Es ist hierbei die Tatsache zu berücksichtigen, daß in der Regel bei fallendem Flammpunkt die Verdampfungsmenge zunimmt.

Zur Bestimmung benutzt man am besten den offenen Tiegel nach Marcusson. Der Apparat besteht aus einem auf einem Dreifuß ruhenden Sandbade, das oben mit einem Ring zum Einsetzen des Porzellantiegels versehen ist. Gegen Windzug und aufsteigende Wärme sind einmal nach oben, das andere Mal nach unten halbzylinderförmig gebogene Bleche angebracht. Außerdem ist der Apparat mit einem Thermometerhalter und der Vorrichtung zur wagerechten Führung der Zündflamme oberhalb des Tiegelrandes ausgestattet. Der Tiegel ist mit zwei Strichmarken versehen; zu benutzen ist hier die obere Marke. Bis zu dieser wird der gut getrocknete Tiegel mit Öl gefüllt, in den Ring eingesetzt und bis zum Ölniveau in feinen Sand gebettet. Das Thermometer wird dann so in das Öl gehängt, daß es den Boden des Gefäßes nicht berührt. Das Sandbad wird nun erhitzt, u. zw. derart, daß der Temperaturanstieg f. d. Minute 2 bis 5° C beträgt. Von Zeit zu Zeit wird die Zündflamme, die durch Gas gespeist wird, oder, wenn dieses fehlt, durch ein mit Petroleum oder Spiritus gefülltes Lötrohr, in dessen Spitze ein Docht eingezogen ist, ersetzt werden kann, einmal in der Ebene des Tiegelrandes hin und her geführt. In dem Augenblick, in dem zum ersten Mal ein deutliches Aufflammen der Ölgase beobachtet wird, ist die Temperatur des Öles abzulesen. Werden Kontrollversuche vorgenommen, so darf das bereits benutzte Öl nicht wieder verwendet werden.

8. Brennpunkt.

Der Brennpunkt des Transformatorenöles darf nicht unter 180° C, der des Schalteröles soll über 200° C liegen. Bei Kriegsölen wird man auch hier die Grenzwerte auf 160 bzw. 190° C zurückschieben können. Die Bestimmung muß stets in einem Zuge mit der vorigen Untersuchung und ohne Unterbrechung ausgeführt werden. Der Temperaturanstieg soll ebenfalls 2 bis 5° C/min betragen. Die Zündflamme darf dem Öle nur 1 bis 2 s lang genähert werden, wobei natürlich auch die Vorrichtung zur wagerechten Führung des Zündrohres zu benutzen ist. Der Brennpunkt ist erreicht, wenn das Öl nach der Entzündung ruhig weiter brennt. Die betreffende Temperatur ist an dem Thermometer möglichst schnell abzulesen.

9. Gefrierpunkt.

Der Gefrierpunkt (Festpunkt) bei Transformatorenöl soll nicht über — 20° C, der für Schalteröle unter — 20° C liegen.

Während bei Kriegsschalterölen ein Festpunkt über — 15° C nicht mehr zulässig sein dürfte, brauchen scheinbar die Anforderungen für Transformatorenöl nicht so streng innegehalten zu werden. Nach den in den Vereinigten Staaten und einigen bei uns gemachten Erfahrungen läßt sich Transformatorenöl mit einem Festpunkt nahe bei 0° C oder gar darüber noch verwenden. Bei Belastung des eingefrorenen Transformators soll das Öl verhältnismäßig schnell wieder warm und flüssig werden. Es wäre wünschenswert, wenn Erfahrungen gerade nach dieser Richtung hin veröffentlicht würden. Der vorjährige strenge Winter wird sicher in dieser Beziehung einige Aufschlüsse gebracht haben.

Die Abkühlungsversuche werden in einem Apparat ausgeführt, der aus einem irdenen, außen mit einem Filzbelag versehenen Topf besteht, in den ein Emailletopf gestellt wird. Der irdene Topf dient zur Aufnahme der Kältemischung von Eis und Salz, der Emailletopf zur Aufnahme der Salzlösung. Die Ölproben werden in 15 mm weite Reagenzröhrchen bis zu einer 4 cm hohen Marke gefüllt und mit einem Gestell, das auch das Thermometer enthält, in den inneren Topf gesetzt. Die Abkühlung muß 1 h lang dauern, während dieser Zeit dürfen die Röhrchen nicht erschüttert werden. Nach der Abkühlung beobachtet man die Konsistenz der Ölproben durch Neigen der Gläser. Jenachdem ein zugleich mit dem Öl abgekühlter Glasstab beim Anheben so fest haftet, daß das Röhrchen mitgehoben wird, oder nicht, wird das Öl als dick-, oder dünnsalbenartig angesehen. Durch Abstoßen der gefrorenen Teile von den Wandungen des Topfes und kurzzeitiges Herausnehmen des Topfes aus dem Kältegemisch vermeidet man eine Überkältung der gefrierenden Salzlösung. Als Mischungen verwendet man im irdenen Topf ein Gemisch von 1 Teil Viehsalz und zwei Teilen feingestoßenem Eis oder Schnee, das eine Temperatur von — 21° C gibt. Für den Emailletopf werden folgende Lösungen gebraucht:

°C		
0	Eis	
— 3	13 Teile Kalisalpeter	auf 100 Teile Wasser
— 4	13 Teile Kalisalpeter und 2 Teile Kochsalz	auf 100 Teile Wasser
— 5	13 Teile Kalisalpeter und 3,3 Teile Kochsalz	auf 100 Teile Wasser
— 10	22,5 Teile Chlorkalium	auf 100 Teile Wasser
— 14	20 „ Salmiak	auf 100 Teile Wasser
— 15	25 „ „	auf 100 Teile Wasser
— 21	1 Teil Viehsalz, 2 Teile Eis oder Schnee.	

Ein einfacheres, für viele Zwecke aber genügendes Verfahren besteht darin, daß man das, wie oben angegeben, mit Öl gefüllte Röhrchen

Digitized by Google

mit einem durchbohrten Kork verschließt, durch dessen Bohrung das Kälthethermometer gesteckt wird. Nun wird das Röhrchen in die Eis-Viehsalzmischung gehalten und nach Erreichung der Temperaturen, bei denen man das Verhalten prüfen will, schnell herausgenommen und die Konsistenz und äußere Beschaffenheit durch Neigen des Glases festgestellt. Von Mineralölen sind zweckmäßig stets zwei Versuche mit unerhitztem und erhitztem Öl auszuführen. Im letzteren Falle muß die Ölprobe vorher 10 min auf 50° C erwärmt und dann eine halbe Stunde im Wasserbade auf 20° C gehalten werden.

Transformatoren- und Schalteröle sollen nach 1-stündiger Abkühlung auf — 20° C nach dem Umdrehen der Röhrchen noch fließend und klar sein.

10. Verharzungsprobe.

Die Ausführung dieses Versuches ist sehr wichtig und sollte unter allen Umständen vorgenommen werden. Es ist besonders bei Transformatorenöl notwendig, daß das Öl auch bei längerer Erwärmung keine festen Stoffe ausscheidet, die sich auf die Spulen der Wicklungen legen und den Wärmedurchgang verhindern. Die Wicklungen werden in diesem Falle leicht heiß und veranlassen Durchschläge zwischen den Windungen. Es ist deshalb festzustellen, ob und in welchem Maße die Öle zu Zersetzungen, d. h. Abscheidung asphalt- und harzartiger Produkte neigen. Die Vornahme dieses Versuches geschieht auf folgende Weise: In einen Erlenmeyer-Kolben von 400 cm³ Inhalt werden 150 g Öl gefüllt und dieser durch einen Stopfen, der mit einem bis nahe an den Boden des Kolbens reichenden Glasrohr von 3 mm l. Durchm. und einem kurzen Entlüftungsrohr versehen ist, verschlossen. Den Kolben stellt man in ein außen mit Filz umkleidetes Gefäß, das eine Heizspirale und eine Ölfüllung enthält, die elektrisch 70 h lang ununterbrochen auf 120° C gehalten wird. Zu dem Öl in dem Kolben gibt man ein kleines Stückchen sauber gereinigten Kupfers und hängt ferner noch ein reines Baumwollband hinein. Das Kupfer übt eine katalytische Wirkung aus, die ja auch bei den Transformatoren in Frage kommt und darum in Rechnung gezogen werden muß. Das Baumwollband darf nach Beendigung der Erhitzung keine Einbuße an seiner Festigkeit erlitten haben. Während des Versuches soll in die Ölprobe durch das Röhrchen dauernd reiner Sauerstoff geblasen werden, derart, daß alle Sekunden zwei Blasen aufsteigen. Da die Beschaffung des Sauerstoffes nicht immer einfach ist, genügt es für die Versuche in der Betriebspraxis auch, durch einen Gummiball langsam Luft einzublasen. Neigt das Öl zu Zersetzungen, so zeigt sich bald eine Trübung und später ein flockiger, gelber bis braunschwarzer Niederschlag von Oxydationsprodukten, die nicht mehr in Benzin von 0,700 spez. Gewicht löslich sind. Nach den strengeren Vorschriften soll das Öl nach der Erwärmung noch klar und in Benzin löslich sein, jedoch ist das Öl auch bei geringen Niederschlägen noch verwendbar, wenn die Bedingungen des nächsten Abschnittes erfüllt sind.

Leider sind diese Vorschriften bei Kriegsölen meist nicht erfüllbar. Von zehn untersuchten Kriegstransformatorenölen war keine der Ölproben nach der Erhitzung mehr klar, sondern alle stark nachgedunkelt. Füllt man Reagenzgläser von 15 mm l. D. $^5/_6$ mit den Ölproben nach der Erhitzung und läßt einige Tage an einem warmen Orte absitzen, so ist erstklassiges Friedensöl klar und durchsichtig, am Boden befindet sich nur ein geringer bis höchstens 3 mm hoher Niederschlag. Die Kriegsöle waren dagegen stets nachgedunkelt, nur noch durchscheinend, teilweise völlig undurchsichtig. Zur besseren Beobachtung werden die Reagenzgläser zweckmäßig gegen eine brennende Metallfadenlampe von 32 HK gehalten. An den Wandungen der Gläser hatten sich Flocken angesetzt, und der Niederschlag am Boden betrug bis zu 12 mm. Die Öle bis 7 mm Niederschlagshöhe konnten ihrem übrigen Verhalten nach noch zur Verwendung zugelassen werden, die übrigen Öle waren vollständig unbrauchbar.

11. Verteerungszahl.

Hierunter versteht man die bei der Erhitzung des Öles mit alkoholischer Natronlauge in diese übergehende und nach dem Ansäuern der alkalischen Lösung durch Benzol ausgefällten festen Stoffe bezogen auf 100 g Öl. Die Ausführung dieses Versuches erfordert allerdings eine gewisse Vertrautheit mit chemischen Arbeiten. 50 g des der 70-stündigen Erwärmung ausgesetzt gewesenen Öles werden in einer Kochflasche zusammen mit 50 g einer Lösung, die 1000 Gewichtsteile Alkohol, 1000 Gewichtsteile Wasser und 75 Gewichtsteile Ätznatron enthält, 20 min lang auf 80 bis 85° C erwärmt. Die Kochflasche ist mit einem Stopfen zu verschließen, durch den ein etwa 60 cm hohes Steigrohr geführt wird. Nach der Erwärmung wird die Flasche 5 min lang kräftg durchgeschüttelt, wobei das Steigrohr aber nicht entfernt werden darf. Das noch warme Gemisch wird dann in einen Scheidetrichter gegossen, wo es bis zur Trennung der klaren von der dunkelbraunen Flüssigkeit verbleibt. Wird die obere Flüssigkeit nicht ganz klar, so ist die eingetretene Scheidung im durchfallenden Lichte leicht zu erkennen. Man läßt dann die untere dunkle Flüssigkeit ab und filtriert die alkoholische Lauge in möglichst großem Umfange. Das so erhaltene Filtrat wird mit Salzsäure angesäuert und wieder in den Scheidetrichter überführt. Zu der Lösung werden 50 cm³ Benzol gesetzt, worauf man die Mischung kräftig durchschüttelt. Hierdurch wird die alkoholische Lauge ihres Gehaltes an teerartigen Bestandteilen des Öles beraubt, die nunmehr in das Benzol übergehen. Die Ausschüttelung der Lauge ist mit weiteren 50 cm³ Benzol zu wiederholen. Die 100 cm³ Benzol werden dann zweimal mit destilliertem Wasser gewaschen, d. h. durchgeschüttelt. Nach Entfernung des Wassers wird die Benzollösung verdampft, der konzentrierte Rest in einem vorher gewogenen Gläschen völlig verdampft, bei 100° C rd 5 min getrocknet und nach der Abkühlung gewogen. Das so erhaltene Gewicht der Substanz gibt auf 100 g Öl umgerechnet die Verteerungszahl. Diese darf bei dem hier behandelten Öl 0,10% nicht übersteigen.

Bei Kriegsölen wird man vorstehend genannte Zahlen selten erreichen. Man wird eine Ausscheidung asphalt- und harzartiger Produkte von 0,5% noch zulassen müssen. Ein untersuchtes Kriegsöl für Transformatoren ergab eine Verteerungszahl von 1,0%, ein Satz, der die Verwendungsmöglichkeit dieses Öles für Transformatoren völlig ausschloß.

12. Verdampfbarkeit.

Da die Transformatoren- und Ölschalter meist lange Zeit sich selbst überlassen bleiben, ist es erforderlich, von vornherein die Verdampfungsverluste der zur Verwendnng gelangten Öle zu kennen. DieseVerluste sollen nach 5-stündiger Erwärmung der Ölprobe auf 100° C nicht über 0,4% betragen. Wenn die übrigen Eigenschaften eines Kriegsöles derart sind, daß es für Transformatoren und Schalter brauchbar erscheint, kann man eine größere Verdampfbarkeit ohne Gefahr zulassen. Voraussetzung ist allerdings, daß die Transformatoren nicht dauernd und stark belastet sind. Das Harzöl, das früher gern für Transformatoren verwendet wurde, und auch seit einiger Zeit teilweise wieder empfohlen wird, zeigt einen Verdampfungsverlust von 1,0 bis 1,5%. Es wurde trotz seiner geringen Abscheidungen in der Wärme vom Mineralöl gerade wegen der höheren Verdampfbarkeit verdrängt. Der zur Vornahme des Versuches erforderliche Apparat besteht aus einem geschlossenen Dampfbad, das Öffnungen für ein Thermometer, einen Schwimmer und ein 1 cm weites, 1,5 m hohes Steigrohr enthält. Zwei zylindrische Vertiefungen dienen zur Aufnahme der die Ölprobe enthaltenden Porzellantiegel. Die Heizung des Apparates erfolgt am besten elektrisch. In das Dampfbad füllt man eine 33%ige wässerige Kochsalzlösung, die bei 107° C siedet. In den Raum zwischen Porzellantiegel und Dampfbadwandung kommt als Wärmeüberträger Glyzerin. Die Porzellantiegel (Pensky-Tiegel) werden bis zu der 3,5 cm hohen Auffüllmarke mit dem zu untersuchenden Öl gefüllt und eingesetzt, wenn das Bad bereits einige Minuten 107° C zeigt. Die Tiegel sind vor dem Versuch leer und mit dem Öl nebst einem kleinen Stückchen Fließpapier zu wägen. Wegen der Wärmeverluste empfiehlt es sich, in einen der Tiegel während des Versuches ein Thermometer einzuhängen, um die wahre Temperatur des Öles messen zu können. Nach Beendigung des Versuches wird mit dem Fließpapier die an dem Thermometer hängende Ölmenge sorgfältig abgewischt und der Tiegel mit dem Fließpapier zusammen gewogen, nachdem man den Tiegel vorher in Wasser abgekühlt, die Außenwände abgetrocknet und ihn eine ½ h im Exsikkator hat stehen lassen. Der gefundene Ölgewichtsunterschied wird auf 100 g Öl umgerechnet und ergibt den Verdampfungsverlust.

13. Wassergehalt.

Transformatoren- und Schalteröle sollen völlig wasserfrei sein. Zur Prüfung wird ein Reagenzglas, dessen Wände beim Einfüllen vollständig mit dem Öle benäßt werden, mit 4 cm³ Öl in einem Kochbecher mit flüssigem Paraffin auf 160° C erhitzt, wobei das Öl mit dem Thermometer umzurühren ist. Enthält das Öl Wasser, so zeigen sich an den benetzten Wandungen Emulsionsbildungen von weißlicher Farbe. Außerdem verrät sich Wasser durch knisternde Geräusche, Schäumen und Stoßen des Öles während der Erhitzung.

14. Säuregehalt.

Die in der Elektrotechnik verwendeten Öle müssen säurefrei sein, da sonst Kupfer und Baumwollumspinnungen angegriffen werden. Das Vorhandensein von Säure stellt man fest, indem man 100 cm³ Öl mit 150 cm³ destilliertem Wasser erwärmt und dann stark durchschüttelt. Nachdem sich die Flüssigkeiten wieder getrennt haben, entnimmt man mit einer Pipette 30 cm³ des im Gefäß unten stehenden Wassers und versetzt dieses mit einigen Tropfen Methylorangelösung, die 0,3 g Methylorange auf 1000 cm³ destilliertes Wasser enthält. Bei Vorhandensein von Mineralsäuren wird die Flüssigkeit rot gefärbt.

15. Gehalt an freiem Alkali.

Die Öle dürfen freies Alkali nicht enthalten. Zum Nachweis löst man 10 cm³ Öl in 10 cm³ einer Mischung, die aus vier Teilen Äther und einem Teil Alkohol von 95% besteht, und die kurz vor dem Gebrauch durch einen Tropfen Phenolphtaleïn neutralisiert wurde. Tritt Rotfärbung ein, so ist freies Alkali vorhanden.

16. Schwefelgehalt.

Die Öle müssen frei von Schwefel sein. Zur Feststellung wird auf einem reinen Porzellanscherben 1 cm³ Öl mit einem erbsengroßen Stück metallischen Natriums über der Flamme erhitzt, bis das Öl verdampft und die Masse schwach rotglühend geworden ist. Die Schmelze wird mit destilliertem Wasser benetzt. Bringt man ein Stückchen der nassen Schmelze auf eine Silbermünze, so entsteht bei Gegenwart von Schwefel ein brauner Fleck.

17. Harzgehalt.

Die Probe ist nur auszuführen, wenn Säure im Öl nachgewiesen wurde. 10 cm³ Öl werden mit 10 cm³ Alkohol von 70% heiß durchgeschüttelt, dann wird die alkoholische Schicht nach dem Erkalten durch ein mit Alkohol angefeuch-

Digitized by Google

tetes Filter gegossen, und die ablaufende Flüssigkeit eingedampft. Der Rückstand zeigt bei Gegenwart von Harz (Kolophonium) eine harzartige, nichtölige Beschaffenheit. Löst man ihn in 1 cm³ Essigsäureanhydrid unter Verreiben mit einem Glasstabe, so erhält man bei Vorhandensein von Harz nach Zusatz von einem Tropfen Schwefelsäure 1,53 spez. Gewicht eine charakteristische Violettfärbung. Die Färbung ist sofort zu beobachten, da sie nach einigem Stehen der Flüssigkeit in ein schmutziges Braun umschlägt.

18. Asphaltgehalt.

Aus dem in Nr. 10 angegebenen Grunde sollen die Transformatoren- und Schalteröle eine möglichst geringe Menge asphaltartiger Stoffe enthalten. Der Ausfall der Verharzungsprobe ist für die Verwendbarkeit der Öle entscheidend. Will man eine Probe auf asphaltartige Stoffe ausführen, so löst man 1 cm³ Öl in 40 cm³ Normalbenzin, schüttelt tüchtig durch und läßt die Lösung im Dunkeln über Nacht stehen. Der in Benzin unlösliche Asphalt scheidet sich dann in dunklen Flocken ab. Versetzt man 0,5 g Öl mit 13,7 cm³ Äthyläther und fügt 6,9 cm³ Alkohol von 96% hinzu, so kann man auch die in Benzin unlöslichen harten Asphalte mit den weicheren, hellbraunen Harzen und hochschmelzenden Kohlenwasserstoffen ausfällen. Der Niederschlag erscheint flockig und ballt sich zu einer zähen, an der Wandung des Röhrchens haftenden Masse zusammen.

19. Gehalt an fremden Ölen.

Da Mischungen von Mineralölen mit Harzöl für Transformatoren nicht verwendet werden dürfen, interessiert ein Verfahren, derartige Mischungen erkennen zu können. Die sonstigen Untersuchungsmethoden zur Feststellung anderer fremder, nicht verseifbarer Öle kommen hier nicht in Frage. Zur Prüfung auf Harzöl wird 1 cm³ Öl mit 1 cm³ Essigsäureanhydrid kräftig geschüttelt und die abpipettierte saure Lösung mit einem Tropfen Schwefelsäure 1,53 spez. Gewicht versetzt. Bei Gegenwart von Harzöl, aber auch von Harzen, tritt Violettfärbung ein. Oder man versetzt in einem Meßzylinder 20 cm³ Öl mit 20 cm³ absoluten Alkohols, schüttelt durch, läßt absitzen und stellt durch Umrechnung die gelöste Menge Öl prozentual fest. Mineralöle sind in Alkohol bis 35%, Harzöle dagegen 50 bis 100% löslich. Ein genauer Nachweis läßt sich mit den einfachen Mitteln, wie sie hier gegeben werden sollen, nicht ausführen.

Für die vorstehenden Versuche ist ungefähr 1 l Öl erforderlich, das in einer sauber gereinigten und getrockneten, nach der Füllung gut verschlossenen Glasflasche anzuliefern ist.

Die oben beschriebenen verschiedenen Prüfungen genügen, um die Verwendbarkeit von Transformatoren- und Schalterölen zu erweisen, weitere Untersuchungen auf künstlichen Zusatz an Seife, Emulgierbarkeit, Gehalt an Leim und wasserlöslichen Substanzen werden nicht zur Anwendung zu gelangen brauchen. Wer sich näher mit diesem Stoffe beschäftigen will, sei auf das ausgezeichnete Buch von Prof. Dr. Holde, „Untersuchung der Kohlenwasserstofföle und Fette", Verlag Julius Springer, Berlin 1913, hingewiesen, das auch den obigen Ausführungen zugrunde gelegt wurde. Die zu den Versuchen erforderlichen Apparate sind z. B. durch die „Vereinigten Fabriken für Laboratoriumsbedarf", Berlin N, Scharnhorststraße 22, C. Gerhardt, Bonn a. Rh., u. a. zu beziehen. Diese Firmen werden sicher auch gern bereit sein, die für die in dem oben gegebenen Rahmen auszuführenden Öluntersuchungen nötigen Apparate zusammenzustellen. Nach einiger Übung und bei gewissenhaftem, sauberem Arbeiten sind die angegebenen Untersuchungen ohne besondere Mühe durchführbar, und schärfen bald den Blick für die Beurteilung auf Verwendbarkeit der hier behandelten Öle.

Das Verhalten des nach Y/Y geschalteten Kerntransformators bei einspuliger Last und bei Defekt.

Von Ing. **Richard Bauch**, Charlottenburg.

Übersicht. **Mit einfachsten mathematischen Mitteln werden die induktiven Vorgänge für die verschiedenen Sternschaltungen eines Kerntransformators bei einspuliger Last bzw. bei Fehlerschluß einiger Windungen behandelt und gezeigt, daß diese Belastungsart eine im normalen Betriebe nicht auftretende Streuung verursacht, die — wenigstens bei Defekt — stets in der nach Einfachstern geschalteten Seite des Transformators eine Verschiebung des Nullpunktes verursacht. Es wird für diesen Fall das Diagramm des Transformators entwickelt. Zum Schluß wird der Verlauf eines Windungsdefekts erläutert und gezeigt, daß dieser von den Betriebsmeßinstrumenten während langer Zeit nicht wahrnehmbar ist.**

Unter einspuliger Last verstehe ich eine derartige Belastung eines Transformators, daß die Last nur an eine einzige Spule desselben angelegt ist. Diese Belastungsart tritt in 3 Fällen auf:

a) Unter Umständen beim Drehstrom-Vierleitersystem, z. B. für 380/220 V, meist überlagert mit gleichmäßig verteilter Last.

b) Bei Wicklungsdefekt, z. B. wenn eine Spule des Transformators in sich selber nach Punktierung durch eine Wanderwelle Schluß hat.

c) Bei geerdetem Nullpunkt und Erdschluß eines Leiters der Leitung.

Der Fall b) belastet allerdings nicht die ganze Spule, da die Punktierung fast immer nur einen Teil der oberspannungsseitigen Wicklung durch einen Fehlerschluß leitend verbindet, u. zw. den Teil, der einer Oberspannungsklemme am nächsten liegt. Die Erfahrung zeigt nun weiter, daß diese Punktierung fast ausnahmslos nur eine Spule trifft. In diesem Falle arbeitet die eine Spule in sich als Autotransformator oder Spartransformator, d. h. die MMK des durch den Defekt geschlossenen Spulenteiles muß durch den Rest der Spulenwindungen (teilweise) balanziert werden. Das Wort teilweise ist in Klammer hinzugesetzt, weil — wie wir sehen werden — auch die beiden übrigen Spulen der Primärseite an dem Balanzieren der Defekt-MMK teil haben. Diese Belastungsart unterscheidet sich prinzipiell von der sonst in der Literatur[1]) behandelten sogenannten einphasigen, in Wahrheit aber zweispuligen Last. Erdschluß eines Leiters der Fernleitung verursacht einspulige Last bei geerdetem Transformatornullpunkt oder bei der unter dem Namen Sammelschienenerdung bekannten Anordnung, bei der eine nach Stern geschaltete Drehstromdrossel, deren Nullpunkt geerdet ist, an den Sammelschienen liegt.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß es nicht nur akademisches Interesse besitzt, die Vorgänge in einem einspulig belasteten Transformator der genannten Art zu untersuchen Eine eingehende analytische Ableitung der induktiven Vorgänge in ihm für diese Verhältnisse habe ich an anderer Stelle[2]) gegeben.

Die einspulige Last ist von der bisher sogenannten einphasigen Last prinzipiell verschieden, wie eine Betrachtung von Abb. 1 und 2 zeigt. Abb. 1 zeigt einen nach Y/Y geschalteten Transformator, der auf der Sekundärseite zwischen zwei Klemmen belastet ist. Der zwischen den beiden Klemmen abgenommene Strom fließt nacheinander durch 2 Spulen der Sekundärseite. Da diese Spulen auf zwei verschiedenen Kernen des Transformators liegen, ist auf jedem der beiden Kerne dieselbe MMK vorhanden, jedoch haben die beiden MMKe entgegengesetzte Vorzeichen mit Bezug auf die räumliche Richtung von einem Joch zum anderen. Da ein Primärstrom, der zwischen 2 Klemmen der Primärseite fließt, ebenfalls durch zwei Spulen fließt, also zwei Schenkel erregt, und da auch diese Primär-MMK demnach auf den beiden Schenkeln gleiche Größe,

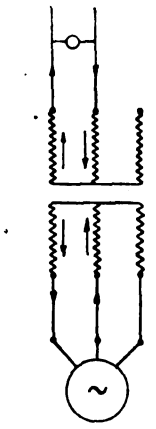


Abb. 1. Einphasige Last.

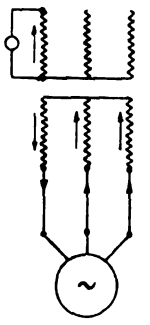


Abb. 2. Einspulige Last.

aber entgegengesetzte Richtung hat, so kann die Primär-MMK auf jedem Schenkel sich derart der Sekundär-MMK anpassen, daß zwischen beiden gemäß dem Kappschen Transformatordiagramm Gleichgewicht besteht. Bei dieser Belastungsart fließt also, wie bekannt, ein Strom durch die eine Primärklemme hinein und durch eine zweite wieder heraus, während die dritte Primärklemme stromlos ist, abgesehen vom Magnetisierungsstrom.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn wir denselben Transformator sekundär einspulig belasten (Abb. 2). Hier führt nur eine Sekundärspule Strom. Da der Transformator das Bestreben hat, ihre MMK zu balanzieren, so nimmt er primär für die Spule, die auf demselben Schenkel liegt, Strom auf. Dieser Strom muß aber irgendwie durch die Transformatorenklemmen und den Generator sich schließen, d. h. mindestens einer der beiden übrigen Leiter muß den Strom zurückführen. Er muß also auch durch eine oder alle beide Spulen auf den anderen Schenkeln fließen. Es werden folglich auch die beiden nicht direkt belasteten Spulen eine MMK erzeugen. Bezeichnet a die MMK der belasteten Sekundärspule, A die MMK der Primärspule auf demselben Schenkel und B und C die MMKe auf den beiden anderen Schenkeln, dann besteht auf dem belasteten Schenkel in jedem Moment die MMK $A - a$. Auf den beiden anderen Schenkeln bestehen dann in jedem Moment die MMKe B und C. In Abb. 2 ist in den Pfeilen eine bestimmte Stromrichtung angenommen. Um die Gleichungen ganz allgemein ansetzen zu können, müssen wir uns von dieser, die Richtung der 3 Ströme beschränkenden Annahme frei machen. Dies ist in Abb. 3 geschehen. Wir sind dann gezwungen, da die Summe aller 3 Ströme in jedem Augenblick $= 0$ ist, die 3 Primär-MMKe A, B, C mit gleicher Pfeilrichtung zu versehen. Dieselbe Pfeilrichtung geben wir auch der sekundären MMK. Bei der folgenden kurzen Ableitung der Formeln ist die Windungszahl sämtlicher Spulen $= 1 : 0{,}4\,\pi$, d. h. der Einheit der MMK entspricht auch die Einheit des Stromes. Sehen wir der Einfachheit halber von dem Leerstrom ab, dann müssen auf jedem magnetischen Kreisweg die MMKe sich derart balanzieren, daß kein magnetischer Fluß sich auf den von den Schenkeln gebildeten Kreiswegen schließen kann; denn jeder — außer dem vom Leerstrom erzeugten — Fluß würde seinerseits eine EMK in den Spulen induzieren, die eine Änderung der Stromverteilung zur Folge hätte. Mit anderen Worten, wir nehmen vorläufig an, daß nur der normale magnetische Fluß im Transformator vorhanden ist, der die zum Balanzieren der aufgedrückten

[1]) Auch Arnold-La Cour behandeln den Fall des Transformators mit Y/Y-Schaltung für Drehstrom-Vierleiternetz usw. nicht, da diese Schaltung sich für den praktischen Betrieb nicht eignet. Dieses Nichtbehandeln ist um so auffallender, als Dobrowolsky bereits 1902 auf eine eigenartige Erscheinung aufmerksam machte und ihretwegen für Drehstrom-Vierleiternetze den Transformer primär mit Dreieckschaltung versah.

[2]) „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, 1917, S. 371, 423, 480.

Digitized by Google

Spannungen erforderlichen Gegen-EMKe in duziert. Es muß also Gleichgewicht bestehen auf den 3 magnetischen Kreisen, die immer paarweise von je 2 Schenkeln gebildet werden, u. zw. von den Schenkelpaaren UV, VW und WU.

Das Paar VW ist am einfachsten in seinen Verhältnissen. Ein Fluß, der durch diese Schenkel verläuft, geht beispielsweise im Schenkel V von unten nach oben, durch den oberen Jochbalken nach rechts, durch den rechten Schenkel von oben nach unten, um sich durch die rechte Hälfte des unteren Jochbalkens zu

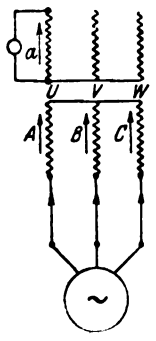


Abb. 3. Symbole und Vorzeichen derselben.

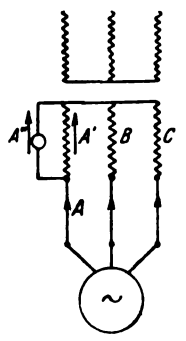


Abb. 4. Primäre einspulige Last.

schließen. Auf diesem Wege wirkt in derselben Richtung die MMK B und entgegen der Richtung des angenommenen Flusses die MMK C. Die Summe sämtlicher MMKe soll auf diesem Kreisweg (abgesehen von denen der Leerströme) gleich 0 sein, also

$$B - C = 0,$$

d. h. die Ströme in den Spulen auf den beiden nicht belasteten Schenkeln sind in jedem Moment einander gleich, da aus dieser Gleichung folgt

$$B = C.$$

Infolge dieses Ergebnisses brauchen wir von den beiden Kreiswegen UV und WU nur einen zu betrachten. Auf dem Schenkel U wirken die beiden MMKe A und a in der gleichen Pfeilrichtung. Dem von U nach V übergehenden magnetischen Fluß wirkt auf V die MMK B entgegen. Für diesen Kreisweg gilt also

$$A + a - B = 0.$$

Da nach den Kirchhoffschen Regeln

$$A + B + C = 0$$

sein muß, und da $B = C$ ist, so muß

$$A + 2B = 0$$

sein. Setzen wir diesen Wert für B in die Gleichung der MMKe ein, dann erhalten wir

$$3/2\ A + a = 0,$$

also

$$A = -\ 2/3\ .\ a$$

und

$$B = 1/3\ a.$$

Es ist dies das bekannte Verhältnis der Ströme bei dieser Belastungsart.

Wird nicht die ganze Sekundärspule belastet, sondern nur ein Teil x derselben, dann wird dadurch das Übersetzungsverhältnis, das wir bis jetzt zu 1/1 annahmen, geändert in $x/1$, wenn man es von sekundär zu primär rechnet. Infolgedessen ist dann

$$A = -\ 2/3\ .\ x\,a$$

$$B = \quad 1/3\ .\ x\,a.$$

Abb. 4 zeigt den analogen Fall bei Belastung einer Primärspule eines nach Y/Y geschalteten Transformators. Diese Belastungsart kommt im normalen Betriebe beispielsweise vor bei sogenannten Erdungsdrosseln, wenn einer der Leiter des Netzes Erdschluß bekommt. Auch in diesem Falle müssen wieder auf den beiden Schenkeln, die durch die Ströme B und C erregt sind, die MMKe sich das Gleichgewicht halten, sodaß auch hier

$$B = C$$

ist.

Ebenso müssen sich die von A' und B bzw. C erzeugten MMKe das Gleichgewicht halten, so daß

$$A' = B = C$$

ist.

Dieser Fall ist sehr interessant, denn die Formeln sagen uns, daß in einem Drehstromtransformator, zu dessen einer Spule eine Impedanz parallel geschaltet wird, trotz der Phasenverschiebung, die die drei aufgedrückten

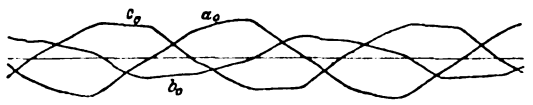


Abb. 5. Leerströme eines Kerntransformators.

EMKe aufweisen, in allen drei Spulen drei gleich große und phasengleiche Ströme entstehen. Da dieses Resultat paradox wirkt, habe ich es mit dem Oszillographen nachgeprüft.

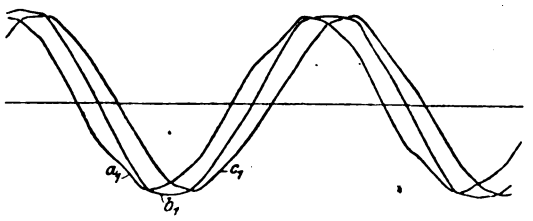


Abb. 6. Ströme desselben bei Last nach Abb. 4.

Abb. 5 bis 7[1]) zeigen die Leerströme, die Ströme bei einspuliger Last und die Differenzen der zusammengehörigen Oszillogramme, d. h. Abb. 7 zeigt diejenigen 3 Ströme in den Spulen, die

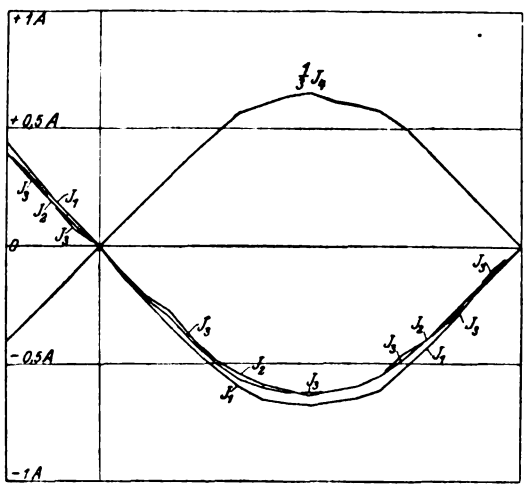


Abb. 7. Wattströme bei Last nach Abb. 4.

nur auf das Anschließen eines induktionsfreien Widerstandes zurückzuführen sind. Diese 3 Ströme verlaufen, wie man sieht, vollkommen phasengleich.

Aus der Kirchhoffschen Regel

$$A + B + C = 0$$

und den obigen Resultaten folgt

$$A'' = -\ 3\ A'$$

$$A \quad = -\ 2\ A'.$$

Die Ströme in den Zuleitungen weisen also bei dieser Belastungsart dasselbe Verhältnis auf, als wenn eine Sekundärspule geschlossen wäre.

Wird nicht die ganze Spule geschlossen, sondern nur ein Teil x derselben, dann ist

$$A = -\frac{2x}{3-2x} \cdot A'$$

$$B = +\frac{x}{3-2x} \cdot A' = C$$

Wir müssen den MMKe auf den einzelnen Schenkeln ein eingehenderes Interesse entgegenbringen; denn wir haben in dem Spezialfall Abb. 4 außer den von den Leerströmen herrührenden MMKe drei gleich große und phasengleiche MMKe. Dies 3 MMKe können naturgemäß auf dem üblichen Kreisweg des Transformators keinen Fluß erzeugen. Es steht ihnen aber zu ihrer Betätigung ein Weg offen, der bisher in der Transformatorentheorie nicht berücksichtigt wurde. Da sie alle drei von einem Joch zum anderen hin wirksam sind, können sie einen Fluß erzeugen, der sich von letzterem Joch durch die umgebende Luft zu ersterem schließt. Diese Jochstreuung tritt naturgemäß auch auf, wenn nur ein Teil der Spule geschlossen wird, oder wenn eine Sekundärspule geschlossen wird. Im letzteren Fall wirkt auf dem Schenkel, auf dem die geschlossene Spule liegt, Abb. 3, die MMK $A + a$.

Da

$$A = -\ 2/3\ a$$

ist, so ist die freie MMK auf diesem Schenkel

$$a - 2/3\ a = 1/3\ a = B = C.$$

Im Falle eines primären Defektes ist dann die freie MMK auf jedem Schenkel

$$A(1-x) - A'x = B = C = \frac{x}{3-2x} \cdot A'.$$

Wir sehen also, daß bei einspuliger Last oder bei Defekt einer Wicklung auf allen 3 Schenkeln eine MMK frei ist, die in Phase ist mit dem durch die Last in der belasteten Spule fließenden Strom. Da dieser dem zugeführten Strom auf demselben Schenkel entgegengesetzt gerichtet ist, so ist der Vektor des Streuflusses entgegengesetzt gerichtet dem des aufgenommenen Stromes derselben Spule. Es ist dies für die Konstruktion des Diagrammes wichtig.

Dieser Streufluß induziert nun seinerseits in jeder der 3 Spulen eine EMK, wobei zu berücksichtigen ist, daß nur 1/3 des gesamten Streuflusses durch eine Spule geht. Dieser Streufluß ist auch die Ursache, weshalb man einen nach Y/Y geschalteten Transformator nicht für ein Drehstrom-Vierleiternetz sekundär benutzen kann, ohne auch primär Vierleiter zu verwenden.

Diese EMK eilt, Abb. 8, im Diagramm dem Strom A, um annähernd 90° voraus. Die Sternspannung der einen Spule wird dadurch größer, die EMK einer anderen Spule wird klei-

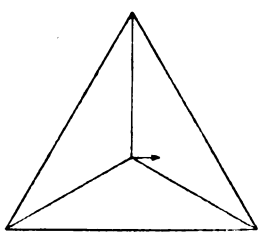


Abb. 8. Leerlaufs-Sternspannungen und Streuspannungen (angenähert).

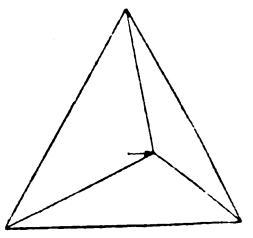


Abb. 9. Streu-EMK und Stern-EMKe (angenähert).

ner, während die EMK der belasteten Spule sich nur wenig geändert hat. Abb. 9 zeigt das Diagramm der EMKe in den Spulen. Völlig richtig ist dies Diagramm nicht; doch genügt es für den vorläufigen allgemeinen Überblick.

Es ist nun von Interesse, zu untersuchen, wie sich ein Transformator mit Doppel-Sternschaltung verhält. Abb. 10 zeigt einen Transformator mit primär Doppelstern und sekundär Einfachstern. Auf jedem Schenkel liegen insgesamt 3 Spulen, deren Windungszahlen einander gleich angenommen sind. Dabei wirken je 2 Primärspulen auf jedem Schenkel einander entgegengesetzt. Dazu kommt noch bei dem einen Schenkel die MMK der belasteten Spule. Auf dem Kreisweg, der von den beiden unbelasteten Schenkeln gebildet wird, ist dann die MMK wirksam

$$P_{vw} = B - A + B - C = 3\ B.$$

Da die Summe der MMKe, abgesehen von der der Leerströme, = 0 sein muß, so folgt aus dieser Gleichung

$$B = 0$$

[1]) Siehe die eingangs genannte Arbeit.

Digitized by Google

und weiter aus der Kirchhoffschen Regel

$$A + B + C = 0$$
$$A = - C.$$

Auf den Kreisweg, der von dem belasteten Schenkel U und dem einen unbelasteten, z. B. V, gebildet wird, sind dann die MMKe wirksam

$$P_{uv} = 2A - C + a$$
$$= 3A + a,$$

daraus folgt

$$A = - 1/3\, a.$$

Auch in diesem Fall treten auf den 3 Schenkeln freie MMKe auf, also ist auf dem Schenkel V die MMK

$$P_v = - A = + 1/3\, a,$$

auf den Schenkel W

$$P_w = C = + 1/3\, a$$

und schließlich auf dem Schenkel U

$$P_u = A - C + a = 1/3\, a.$$

Diese freien MMKe auf den Schenkeln induzieren in der einfachen Y-Schaltung der Sekundärseite auch wieder infolge Jochstreuung in

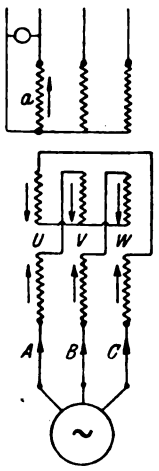


Abb. 10. Transformator mit YY/Y-Schaltung, sekundär einspulig belastet.

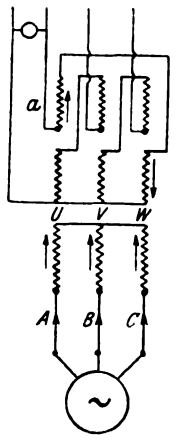


Abb. 11. Transformator für Vierleitersystem, einspulig belastet.

jeder Spule eine EMK, die die Sternspannungen nach dem angenäherten Diagramm wie Abb. 9 ungleich groß macht. Auf der Primärseite heben sich dagegen die Jochstreuungen je zweier, zwischen einer Klemme und Nullpunkt liegenden Spulen auf, da diese Spulen im verschiedenen Sinn miteinander verbunden sind. Es weisen also beide Seiten verschiedene EMK-Verteilung auf.

Abb. 11 zeigt die in der Praxis übliche Schaltung eines Transformators für Drehstrom-Vierleitersystem mit primär Einfachstern- und sekundär Doppelsternschaltung. Hier tritt der sekundäre Laststrom in den Spulen zweier Schenkel, nämlich U und W auf. Die Summe der MMKe ist für den durch diese beiden Schenkel gebildeten Kreislauf

$$P_{uw} = A + 2a - C.$$

Auf dem Kreisweg der Schenkel UV ist die Summe der MMKe

$$P_{uv} = A + a - B = 0.$$

Außerdem ist auf dem dritten Kreisweg UW die Summe der MMKe

$$P_{vw} = B + a - C = 0.$$

Ziehen wir in letzteren beiden Gleichungen a auf die eine Seite und setzen die so gewonnenen Resultate einander gleich, dann ist

$$a = B - A = C - B,$$

also

$$2B = A + C.$$

Nun ist aber nach der Kirchhoffschen Regel

$$A + C = - B.$$

Setzen wir diese beiden Ausdrücke für $A + C$ einander gleich, dann erhalten wir

$$2B = - B,$$

also

$$B = 0.$$

Daraus folgt weiter nach der Gleichung für P_{vw}

$$a = - C.$$

Dies in die Gleichung für P_{uv} eingesetzt, gibt

$$A = - a.$$

Die freien MMKe auf jedem Schenkel sind:

$$P_u = A + a = 0$$
$$P_v = B = 0$$
$$P_w = C - a = 0.$$

Es tritt also in einem sekundär nach Doppelstern geschalteten Transformator, der auf ein Drehstrom-Vierleiternetz arbeitet, keine EMK infolge von Jochstreuung auf, so daß er die 3 Sternspannungen einwandsfrei auch bei ungleicher Sekundärlast hält.

Die Resultate dieser Ableitungen sind in der Praxis allgemein bekannt und teilweise auch in Lehrbüchern behandelt. Ich gab sie hier wieder, nicht allein, um einmal einen zusammenhängenden Vergleich der Schaltungsmöglichkeiten zu geben, sondern auch, weil sich die Verhältnisse bei Defekt wesentlich anders gestalten.

Den Fall der Einfach-Y/Y-Schaltung bei Defekt haben wir bereits betrachtet. Wir müssen nun noch untersuchen, wie sich ein Windungsschluß bei Verwendung der Doppelsternschaltung auf einer Seite des Transformators äußert.

In dem Falle, in dem die Primärseite nach Doppelstern geschaltet ist, äußert sich ein Sekundärdefekt ebenso wie die betriebsmäßige Sekundärlast, nur mit dem Unterschied, daß das Übersetzungsverhältnis entsprechend dem Verhältnis der durch den Fehler geschlossenen Windungszahl geändert wird. Ist der Durchschlag auf der Primärseite erfolgt, z. B. auf

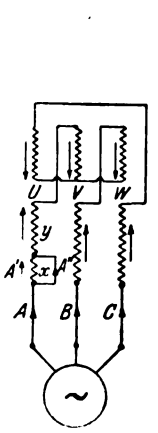


Abb. 12. Defekt bei primärer Doppelsternschaltung.

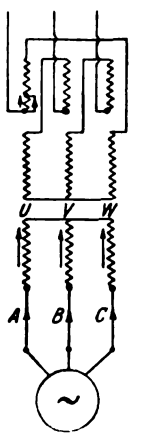


Abb. 13. Defekt bei sekundärer Doppelsternschaltung.

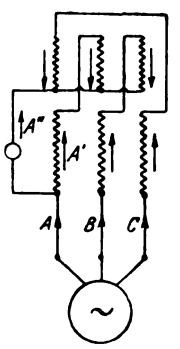


Abb. 14. Belastung einer ganzen Primärspule bei Doppelsternschaltung.

Schenkel U der Abb. 12, dann wirken auf dem von den Schenkeln VW gebildeten Kreislauf die MMKe

$$P_{vw} = 2B - A - C = 0,$$

woraus sich unter Berücksichtigung der Kirchhoffschen Regel ergibt

$$B = 0.$$

Auf dem von den Schenkeln UV gebildeten Kreisweg herrscht dann die Summe der MMK

$$P_{uv} = xA' + YA - C + A - B = 0.$$

Wenn

$$B = 0$$

ist, muß

$$C = - A$$

sein, also

$$P_{uv} = xA' + (3 - xA) = 0,$$

also

$$A = \frac{-x}{3-x} \cdot A'.$$

Die freie MMK auf dem Schenkel U ist dann

$$P_u = xA' + YA - C$$
$$= xA' + (2-x)A = \frac{x}{3-x} \cdot A'.$$

Es ist dies der negative Ausdruck für A, also auch der positive Ausdruck für C, so daß — wie zu erwarten — auf allen 3 Schenkeln eine freie MMK gleicher Größe auftritt. Die Folge ist wieder, daß bei Defekt eine Jochstreuung entsteht.

Abb. 13 zeigt den Fall der Doppelsternschaltung auf der Sekundärseite. Bekommt sie Schluß, dann verhält sich der Transformator genau so, als wenn er einfach nach Y/Y geschaltet wäre und sekundär Windungsschluß erhielte. In diesem Fall tritt aber nur primär eine Nullpunktsverschiebung auf, da sich die Streu-EMK in je 2 hintereinander geschalteten Sekundärspulen aufhebt.

Als Analogon zu dem bei Abb. 4 betrachteten Fall sei noch die Belastung der ganzen Primärspule betrachtet, wenn die Primärseite nach Doppelstern geschaltet ist (Abb. 14). In diesem Fall haben wir wieder aus den Kirchhoffschen Regeln folgend

$$A - A' - A'' = 0.$$

Auf den von den Schenkeln UV, VW und WU gebildeten Kreiswegen herrschen dann die Summen der MMKe

$$P_{uv} = 2A' - C - B = 0,$$
$$P_{uw} = A' - 2C + B = 0,$$
$$A' = C,$$
$$P_{vw} = 2B - A' - C = 0,$$

woraus folgt

$$A' = C \quad B = A' \quad A = -2A' \quad A'' = -3A'.$$

Wir sehen, auch bei primärer Doppelsternschaltung erhalten wir das Paradoxon mit genau der gleichen Stromverteilung wie bei einfacher Sternschaltung auf der Primärseite.

Wir können aus unseren Betrachtungen den Schluß folgern:

Erhält ein beiderseits nach Stern geschalteter Transformator auf einer der beiden Seiten Windungsschluß, dann entsteht hierdurch eine Jochstreuung, die auf seiner nach Einfachstern geschalteten Seite eine bei Leerlauf nicht vorhandene Nullpunktsverschiebung erzeugt.

Das Wort „bei Leerlauf nicht vorhandene Nullpunktsverschiebung" heißt nicht, daß der betreffende Transformator nur bei Defekt eine Nullpunktsabweichung aufweist, im Gegensatz zum Leerlauf. Es kann sehr wohl ein Kerntransformator bei Leerlauf bereits eine Nullpunktsabweichung aufweisen. Man kann diese rechnerisch bestimmen, indem man die Stellen der Jochbalken, die sich in der Nähe der Enden des mittleren Schenkels befinden, als Knotenpunkte auffaßt, in denen 4 magnetische Flüsse zusammentreffen. Dies sind die beiden Flüsse, die zwischen diesen beiden Knotenpunkten durch je einen Außenschenkel verlaufen, sowie der Fluß durch den mittleren Schenkel und ein Streufluß, der von Joch zu Joch verläuft. Benutzt man hierfür die Kirchhoffsche Regel und ebenso für die 3 Magnetisierungsströme, dann kann man unter Berücksichtigung der verschiedenen magnetischen Widerstände 1. für den Weg durch je einen Außenschenkel und einen ganzen Jochbalken, 2. für den Weg durch den Innenschenkel und 3. für den Streuweg von Joch zu Joch die 3 Magnetisierungsströme und die Nullpunktsabweichung bei Leerlauf berechnen[1]). Dieses Verfahren berücksichtigt

[1]) Unter der Annahme, daß die Summe der 3 induzierten EMKe = 0 ist, also ohne Jochstreuung, hat B. Goldschmidt bereits früher („ETZ" 1902, S. 691) ein bezügliches Rechenverfahren veröffentlicht. Die unter Berücksichtigung der Jochstreuung berechneten Leerströme weichen nur unwesentlich von den nach oben skizziertem Verfahren gefundenen ab.

Digitized by Google

die tatsächlichen physikalischen Vorgänge nicht ganz genau, hat aber vor dem genauen Verfahren den Vorzug, die Verhältnisse mit ausreichender Genauigkeit, aber rechnerisch sehr einfach, zu kontrollieren. Die Nullpunktsabweichung bei Leerlauf, die man auf diesem Wege findet, ist so klein, daß sie sich wohl der Beobachtung bis jetzt in den meisten Fällen entzogen hat. Sie hat eine Größenordnung von nur einigen Promill der Sternspannung. Die durch den Windungsfehler verursachte Nullpunktsverschiebung hat nun sehr verschiedene Größe, je nachdem, wie weit sich der Fehler entwickelt hat. Wir müssen deshalb den Einfluß des Fehlers auf die Streuung im Transformator eingehender untersuchen.

(Schluß folgt.)

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Drahtlose Verbindung zwischen Norwegen und Amerika.

[Weserzeitung vom 15. I. 1918, Nr. 35.]

Die drahtlose Station in Stavanger, deren Bau bei Ausbruch des Krieges begonnen wurde, soll, laut „Politiken", den Verkehr mit Amerika noch im Laufe dieses Monats aufnehmen. Die neue Verbindung ist schneller als die in Skandinavien bisher benutzte Linie über Newcastle—London und bietet den weiteren Vorteil, daß die englische Zensur vermieden wird. *Rp.*

Drahtlose Verbindung zwischen Argentinien und den Vereinigten Staaten.

[Nachrichten der Auslandspresse vom 22. I. 18.]

Der Plan einer drahtlosen Station zwecks direkter drahtloser Verbindung mit New York ist, laut „La Prensa" vom 2. XII. im Oktober von der argentinischen Regierung genehmigt worden, u. zw. ist der Vertrag mit der Pan America Wireless Telegraph & Telephone Co. abgeschlossen worden. Die leitenden Direktoren dieser Gesellschaft weilten Anfang Dezember in Buenos Aires. Mit der Einrichtung soll unverzüglich begonnen werden. *Rp.*

Drahtlose Stationen auf Schiffen in England.

[Wirtschaftlicher Nachrichtendienst, Nr. 440 vom 12. III. 1918. Nach Shipbuilding vom 21. III. 18.]

Der Beirat des Board of Trade befaßt sich z. Zt. mit der Frage, ob für Schiffe unter 1600 B.R.T. die Ausrüstung mit einer drahtlosen Telegraphenanlage gesetzlich vorgeschrieben werden soll. Nach Ansicht der Reeder besteht für diese kleinen, meist in der Küstenfahrt tätigen Schiffe keine Notwendigkeit für eine derartige Vorschrift; außerdem klagen sie über das praktische Monopol der Markonigesellschaft, die den telegraphischen Apparat nur auf 10 Jahre zu sehr hohen Kosten aufstellt.

Rp.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Umbau des Elektrizitätswerks Beznau.

[Schweiz. Bauzeitg., Bd. 68, S. 65 u. 84.]

Da im Laufe der Zeit die Leistung des Elektrizitätswerks Beznau a. d. Aare durch Hinzukommen von 2 Turbodynamos und das Zusammenarbeiten mit dem Löntschwerk wesentlich gestiegen war und neben den vorhandenen Spannungen 8000 und 27 000 V noch 47 000 V eingeführt werden sollte, war ein Umbau der Schaltanlage notwendig. Die im Werk angelegte Gesamtleistung beträgt 18 800 kVA, die Dynamos liefern dreiphasigen Wechselstrom von 8000 V und 50 Per. In 4 Transformatoren zu 2000 kVA wird der Strom auf 27 000 V, in 2 Transformatoren zu 3000 kVA auf 47 000 V hinauftransformiert. Alle Transformatoren haben innen liegende Kühlschlangen für Wasserkühlung. 6 Fernleitungen von 8000 V, 4 von 27 000 V und 3 von 47 000 V dienen zur Fortleitung der Energie ins Netz.

An der Giebelseite des Maschinenhauses befindet sich, erhöht über dem Maschinenhausflur, die Bedienungsschaltanlage, bestehend aus verschiedenen Gruppen von Pulten und Schalttafeln für die Dynamos, alle Fernleitungen und den Eigenverbrauch. Darunter ist in zwei feuersicher voneinander getrennten Stockwerken die 8000 V-Anlage untergebracht, welche wieder in besondere, rauchdichte Räume für die Dynamo- und Fernleitungsschalter und Stations- und Regelungstransformatoren getrennt ist. Die 8000 V-Fernleitungen verlassen das Gebäude in einem über der Bedienungsschaltanlage befindlichen Geschoß, in welchem auch die Strom- und Spannungswandler und der Überspannungsschutz für 8000 V untergebracht sind. Sie sind mit ihren, im untersten Geschoß befindlichen Ölschaltern aus räumlichen Gründen durch Kabel verbunden. Von der Werkschaltanlage wird die Energie durch 4 Drehstromkabel je 3×250 mm² zu den Doppelsammelschienen für 8000 V der „äußeren Schaltanlage" geführt.

Während die Werkschaltanlage für 8000 V in den entsprechend umgebauten Räumen der alten Schaltanlage untergebracht werden konnte, errichtete man die Transformatorenstation für die Oberspannungen in etwa 120 m Entfernung vom Maschinenhaus, wo ein genügend großes Gelände zur Verfügung stand. Diese sogenannte „Äußere Schaltanlage", deren Querschnitt Abb. 1 zeigt, wurde recht übersichtlich in 5 einstöckigen Shedbauten untergebracht, welche nacheinander die 8000 V-Doppelsammelschienen, die 8000 V-Ölschalter nebst Transformatoren, die Gleise und die 27 000 bzw. 47 000 V-Ölschalter für die Transformatoren, die Doppelsammelschienen für die beiden Oberspannungen, die Ölschalter für die Fernleitungen aufnehmen. Alle Räume sind voneinander feuersicher durch Riegelwände aus Eisen mit Zementsteinen und Türen mit Eternitbekleidung abgetrennt. An die 5 Shedbauten schließt sich ein massives Gebäude an, in welchem im Erdgeschoß die Drosselspulen und ein Induktionsregler, im Obergeschoß der Überspannungsschutz (Kondensatoren System Moscicki) und je eine Hilfsschiene für 27 000 und 47 000 V untergebracht sind. Auf diese Hilfsschienen können alle Fernleitungen geschaltet werden, um die ganze oder Teile der Schaltanlage spannungsfrei zu machen. Das Gebäude nimmt eine Grundfläche von 40,12 $\times$ 37,17 m ein und kann noch wesentlich erweitert werden. An der einen Seite des Gebäudes ist eine Transformatorenwerkstatt mit einem Vakuumkessel zum Auskochen der Transformatoren mit Ölpumpe und Ölheizapparat vorgesehen. Alle Ölschalter, welche von der Kommandostelle in der Werkschaltanlage elektrisch ein- und ausgeschaltet werden, sind bis zum Deckel in feuersichere Betonzellen eingebaut, welche durch Explosionsklappen abgeschlossen sind. Unter den Ölschaltern sind Kiesgruben zur Aufnahme und Löschung etwa brennenden Öles.

Eine reichliche Signal- und Fernsprechanlage erleichtert sowohl in der Kommando-

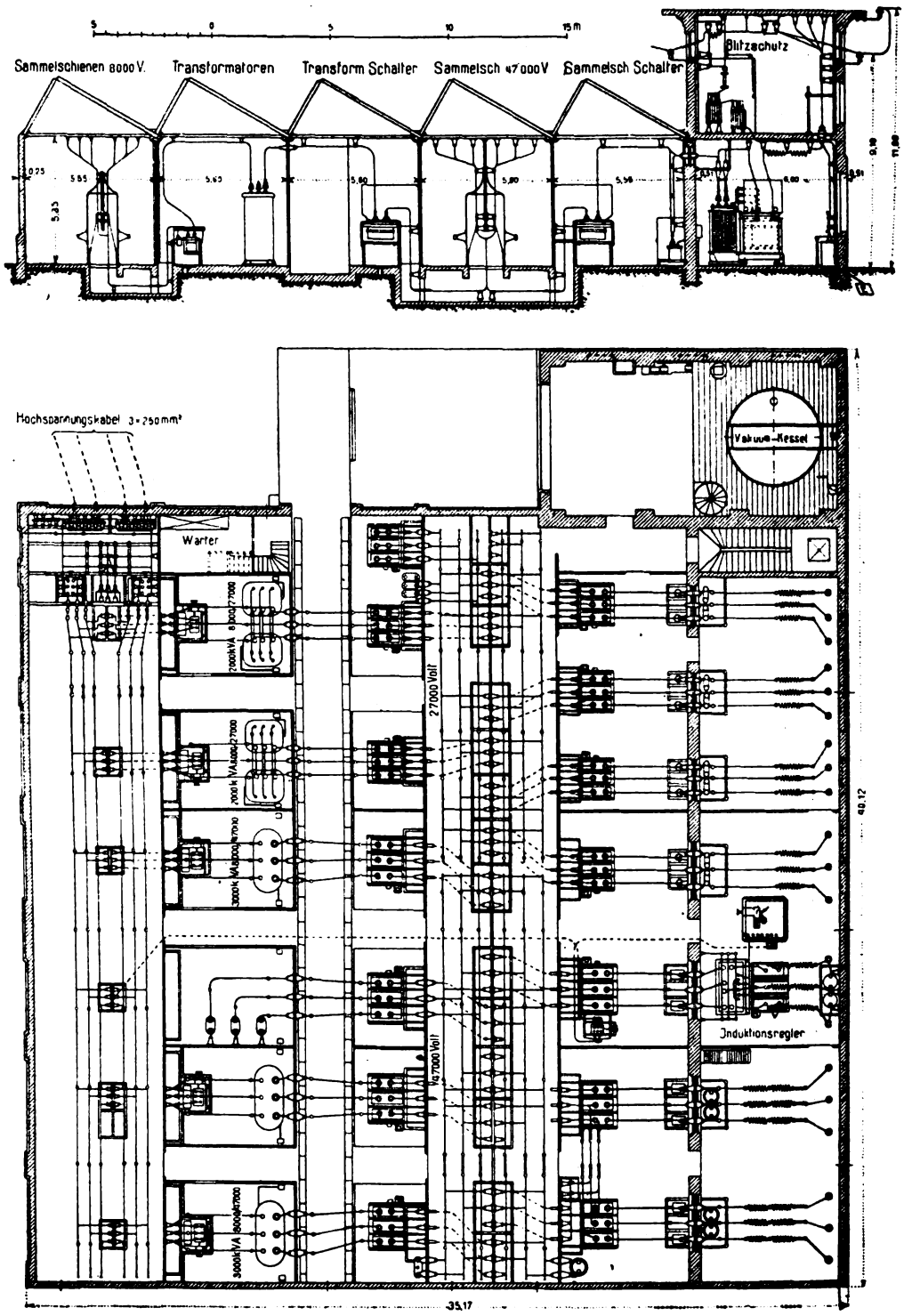


Abb. 1. Äußere Schaltanlage.

schaltanlage, als auch in den Hochspannungsräumen dem Personal die Aufsicht und Bedienung der einzelnen Apparate. *Pzb.*

Vorschläge zur Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Betriebsspannungen bei Elektrizitätswerken in Österreich.

[Elektrotechn. u. Maschinenb., Bd. 36, S. 125.]

Der Elektrotechnische Verein, Wien, hat unter Beteiligung des Arbeitsministeriums

Digitized by Google

einen Ausschuß eingesetzt, der sich mit der Einführung einer einheitlichen Periodenzahl und einheitlicher Spannungen für die Errichtung von Elektrizitätswerken befaßt, und unter Berücksichtigung der vom Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Richtlinien für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten für die geplante Aufstellung von Richtlinien folgende Vorschläge gemacht:

Als Periodenzanl wird eine solche von 50 i. d. sek vorgeschlagen. Als normale Gebrauchsspannungen für elektrische Licht- und Kraftanlagen sollen gelten:

für Gleichstrom: 110, 220, 440, 500 V
für Wechselstrom: 110, 220, 380, 500 V

Als Netzspannungen sollen gelten 2000, 3000, 6000, 10 000, 15 000, 20 000, 30 000, 50 000, 80 000, 110 000, 150 000 V.[1]) Von den angeführten Spannungen sollen die Spannungen von 20 000 bis einschließlich 30 000 V als Spannungen im Netz, d. h. als Abgabespannungen gelten. Die Spannungen von 50 000 bis 150 000 V sollen für Fernübertragung als Normalspannungen im Kraftwerk gelten.

Die vorstehenden Vorschläge, die sich nicht auf Bahnanlagen beziehen, stellt der Verein zur Erörterung und bittet um rege Beteiligung.

— *z.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Ankerkupferverluste bei Einankerumformern und Doppelstrommaschinen.

[L. H. A. Carr. Journ. Inst. El. Eng., Bd. 54, S. 49.]

Die bekannten Beziehungen, die zwischen den Ankerkupferverlusten einer Gleichstrommaschine und einer Doppelstrommaschine oder eines Einankerumformers bestehen, werden von dem Verfasser kurz abgeleitet. Die graphische Darstellung der Ausnutzbarkeit des Ankers bei reinem Umformerbetrieb und der Verteilung der *Cu*-Verluste auf die einzelnen Leiter am Ankerumfang ergänzt die Arbeit (Abb. 2). Beachtenswert ist die Belastungsfähigkeit des Umformers, wenn er teilweise als Motor oder Stromerzeuger arbeitet, wie es bei Verwendung von angekuppelten Zusatzmaschinen der Fall ist. Carr stellt die Ausnutzbarkeit eines solchen Umformers abhängig von einem für die Art der Belastung charakteristischen Werte R dar

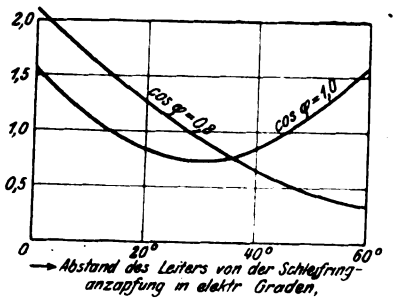


Abb. 2. Verhältnis der *Cu*-Verluste der einzelnen Leiter am Ankerumfang zu den mittleren Verlusten beim 6 Phasen-Umformer.

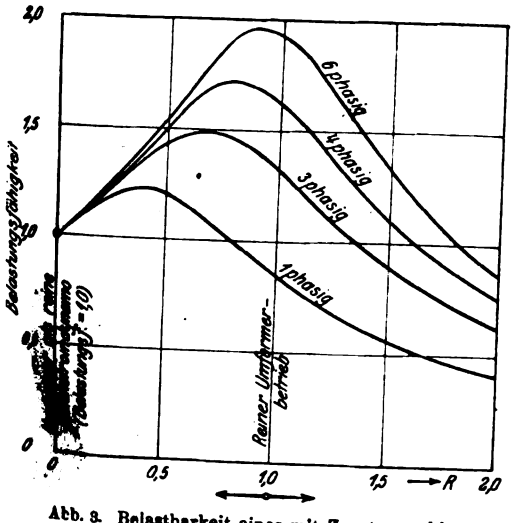


Abb. 3. Belastbarkeit eines mit Zusatzmaschine gekuppelten Umformers.

(Abb. 3) und bezeichnet dabei mit R das Verhältnis des Schleifringstromes, wie er bei einem derartigen Betriebe auftritt, zu dem Schleifringstrome bei reinem Umformerbetrieb. Aus der Abbildung zieht der Verfasser den Schluß, daß es mit Rücksicht auf die *Cu*-Verluste des Umformers von Vorteil ist, durch die Zusatzmaschine die Wechselspannung herunterzudrücken. *Hi.*

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 288.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Die Koronaverluste der Hochspannungsfreileitungen vom praktischen Standpunkt aus betrachtet.

[Elektrotechn. u. Maschinenb., Bd. 35, S. 297, 312.]

Bei den Entwürfen von Hochspannungskraftübertragungen auf sehr große Entfernungen spielt die Wahl der Übertragungsspannung eine bedeutende Rolle. Die Höhe dieser Spannung ist hauptsächlich begrenzt durch die Koronaverluste. Über die Koronaerscheinungen an Leitungen ist in der „ETZ" wiederholt berichtet worden[1]), ganz besonders eingehend aber von Weidig und Jaensch[2]). In vorliegendem Aufsatz versucht Hoppe den bisher veröffentlichten Stoff dem Praktiker etwas mundgerechter zu machen, damit dieser beim Entwurf sich leicht und schnell ein Bild über die in Betracht kommenden Verhältnisse schaffen kann.

Zur Berechnung der Koronaverluste benutzt Hoppe eine von Peek auf Grund zahlreicher Versuche aufgestellte Formel[3]), welche selbstverständlich nur Näherungswerte geben kann und eine Schätzung der ungefähren Höhe der Verluste gestattet. Die Höhe der Koronaverluste ist von einer großen Anzahl Umstände abhängig, in der Hauptsache:

1. von der Höhe der Übertragungsspannung;
2. von der Stromart (Einphasen- oder Dreiphasenstrom);
3. von der Periodenzahl;
4. von dem Querschnitt (Durchmesser) der Leitungen;
5. von dem gegenseitigen Abstand der Leitungen;
6. von der Oberflächenbeschaffenheit der Leitungen (Drähte oder Seile);
7. von der Temperatur und dem Barometerstand;
8. vom Wetter (Regen, Nebel, Schnee, Eis, auch Rauch);
9. von zahlreichen physikalischen Vorgängen.

Hoppe formuliert nun in Anlehnung an die Peeksche Formel die Koronaverluste W in Watt/km Leitungsweglänge wie folgt:

$$W = \frac{B'}{\alpha} \cdot 2 \cdot \sim \cdot [e - m_2 \cdot A \cdot \delta]^2 .$$

Darin bedeuten:

$B = 172 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{r}{a}}$ mit r = Halbmesser des Leiters in cm, und a = Abstand zwischen den Leitermitten in cm;

$\alpha = \frac{0{,}392 \cdot b}{273 + t}$ den Einfluß des Luftdrucks und der Temperatur mit (b = Barometerstand in mm und t = Temperatur in Celsiusgraden;

$\sim$ = Periodenzahl;

e = effektive Spannung eines Leiters gegen den neutralen Punkt, ausgedrückt in kV, also mit e_k = Betriebsspannung

bei Einphasenstrom $e = \frac{e_k}{2}$;

bei Drehstrom $e = \frac{e_k}{\sqrt{3}}$;

m_2 = ein Faktor, der das Wetter berücksichtigt, schwankend zwischen $m_2 = 1$ bei gutem Wetter, $m_2 = 0{,}8$ bei schlechtem Wetter,

δ = Durchschlagsfestigkeit der Luft bei schönem Wetter.

Die Werte von α in Abhängigkeit vom Barometerstand und von der Temperatur sind in Abb. 4 gegeben. Der Barometerstand b hängt in erster Linie von den Höhenlagen des Ortes über Meeresspiegel ab, in zweiter Linie natürlich von den sich von Jahr zu Jahr ändernden meteorologischen Verhältnissen. Der mittlere Barometerstand in Abhängigkeit von der Meereshöhe ist in Abb. 4 links angedeutet.

Die Dimensionskonstante A ist aus Abb. 5, die Dimensionskonstante B aus Abb. 6 zu entnehmen. Die Werte für δ in Abhängigkeit von b und t sind aus Abb. 7 zu ersehen. Man kann also aus den vier Abbildungen alle diejenigen Zahlenwerte leicht ermitteln, die zur Berechnung der Koronaverluste für bestimmte Fälle notwendig sind. Um B und A zu ermitteln, braucht man die Dimensionsangaben a und r,

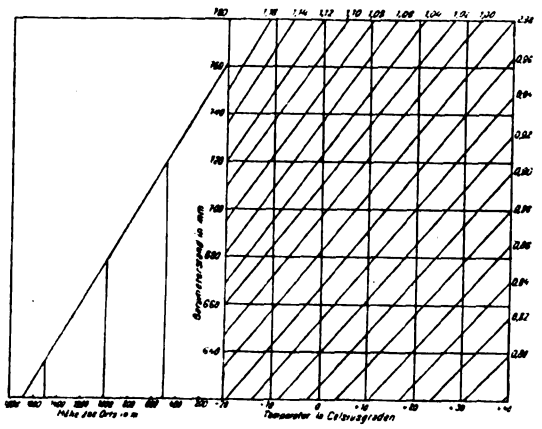


Abb. 4.

um α und δ zu ermitteln, die meteorologischen Angaben b und t. Der Einfluß der Wetter ist durch m_2 ausgedrückt.

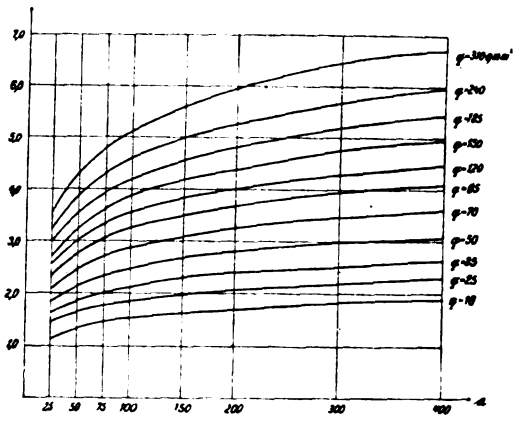


Abb. 5.

Verfasser zeigt dann nacheinander den Einfluß der einzelnen Faktoren auf die Höhe

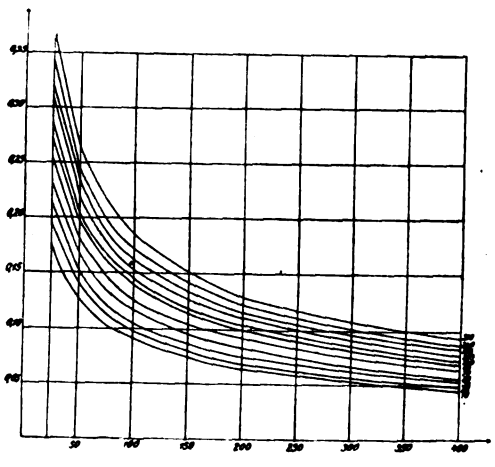


Abb. 6.

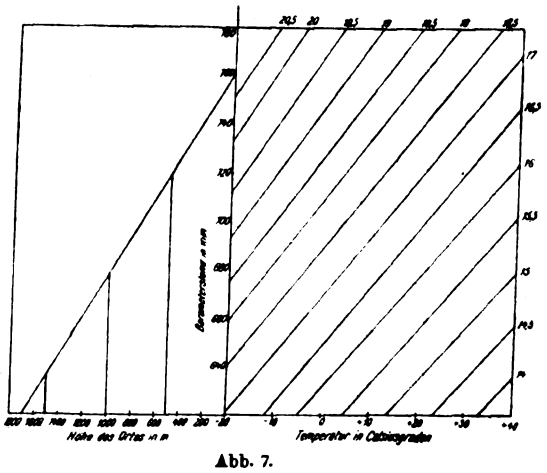


Abb. 7.

der Koronaverluste durch Berechnung verschiedener Beispiele. Aus diesen geht u. a. hervor:

[1]) Vgl. „ETZ" 1911, S. 1071, 1104; 1911, S. 40, 61, 1170, 1335; 1918, S. 298, 442, 687, 783, 995; 1914, S. 316, 474, 524.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 687 ff.
[3]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 640.

Digitized by Google

1. das Wetter, die Temperatur und der Barometerstand haben einen erheblichen Einfluß;
2. die Verluste bei Drehstrom sind bei gleicher Spannung wesentlich größer als bei Einphasenstrom;
3. eine verhältnismäßig geringe Steigerung der Spannung hat erhebliche Steigerung der Koronaverluste zur Folge;
4. mit abnehmendem Querschnitt steigen die Verluste erheblich und
5. mit zunehmendem Abstand nehmen die Verluste erheblich ab.

Würde man eine Anlage stets so entwerfen, daß man Koronaverluste unter allen Umständen vermeiden wollte, so würde man häufig zu unwirtschaftlichen Abmessungen der Leitungsanlage (große Querschnitte, große Abstände, geringe Spannung) kommen. Die Koronaerscheinungen an sich aber haben teilweise eine günstige Rückwirkung auf den Betrieb, so daß man also bei Kraftübertragungen auf große Entfernungen die Verhältnisse meist so wählen wird, daß die auftretenden Koronaverluste in wirtschaftlichen Grenzen bleiben.

Mitbestimmend für die Wahl der Verhältnisse sind stets die „Jahresverluste", die einen gewissen Prozentsatz der zu übertragenden Gesamtjahresarbeit nicht überschreiten dürfen. Bei dem großen und verwickelten Einfluß, welchen die klimatischen Verhältnisse auf die Höhe der Verluste haben, ist die Vorausbestimmung der Jahresverluste begreiflicherweise ein sehr schwieriges und unsicheres Beginnen. Hoppe hat trotzdem den Versuch gemacht, die Jahresverluste für einige Beispiele zu berechnen, weil über die Höhe dieser Verluste bei gegebenen Leitungs- und Spannungsverhältnissen in der Praxis noch vielfach ganz irrige und verworrene Ansichten auftreten. Es werden die Jahresverluste für drei Orte (Ludwigshafen a. Rh. 100 m hoch, München 526 m hoch, Hohenpeißenberg 994 m hoch) durchgerechnet und das Ergebnis der umfangreichen Berechnungen (es wurden rd 8760 Temperaturablesungen, ebensoviele Barometerablesungen und die Wetterbeobachtungen von 2190 Tagen verwertet) wiedergegeben. Zugrunde gelegt ist diesen Rechnungen das „Deutsche Meteorologische Jahrbuch" 1911 und 1913. Das Jahr 1911 wurde gewählt, weil es einen abnormal heißen Sommer hatte. Zum Vergleich wurde das Jahr 1913 herangezogen, weil dieses einen besonders niederschlagreichen Sommer hatte. Hohe Temperaturen und Nässe (Regen) begünstigen ebenso das Auftreten der Koronaerscheinungen in besonders hohem Maße.

Das Ergebnis der Untersuchung ist, daß man für die Jahresverluste (in kWh/km) angenähert richtige Werte nach folgender Formel erhält:

$$\text{Jahresverluste} = 8{,}76 \cdot \frac{B}{a} \cdot 2 \cdot \sim \cdot [e - 15{,}8 \cdot a \cdot A]^2 .$$

Dabei sind die mittleren meteorologischen Verhältnisse des Ortes der Ermittlung von a zugrunde zu legen. *He.*

Der elektrische Widerstand des Erdbodens und sein Einfluß auf die elektrolytische Zerstörung von eingebetteten Röhrenleitungen.

B. Mc Collum und K. H. Logan. Technological Papers Nr. 26. des Bureau of Standards, 48 S., 17 Abb.]

Im Anschluß an frühere Untersuchungen, welche im Bureau of Standards über den durch abirrende elektrische Ströme an Röhrenleitungen angerichteten Schaden durchgeführt wurden, ergab sich die Notwendigkeit, den elektrischen Widerstand verschiedener, in Frage kommender Bodenarten unter wechselnden Bedingungen zu messen; denn dieser Widerstand beeinflußt ja in höchstem Grade die Stärke des durch den Erdboden von Straßenbahnschienen zu benachbarten Gas- oder Wasserleitungen fließenden Stromes.

Der Boden leitet fast ausschließlich elektrolytisch infolge seines Gehaltes an Wasser, welches Salze und andere Stoffe gelöst enthält. Sein Widerstand hängt in weiten Grenzen von den verschiedenen Bedingungen ab, welche die Leitfähigkeit von Elektrolyten beeinflussen, ferner davon, wie die Feuchtigkeit im Boden verteilt ist, weil diese bis zu einem gewissen Grade die Länge und den Querschnitt des Weges für den durch den Erdboden zurückkehrenden Strom bestimmt.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde der spezifische Widerstand vieler mannigfaltiger Bodenproben gemessen und der Einfluß festgestellt, welchen die Bodenart, der Feuchtigkeitsgehalt, die Temperatur und der äußere Druck auf den Widerstand ausüben.

Für die Praxis ist es besonders wichtig, ob die Straßenbahnschienen auf hölzernen Schwellen oder auf einer Bettung aus kleingeschlagenen Steinen liegen, und ob für Wasserabfluß gut gesorgt ist, oder ob die Schienen unmittelbar auf feuchtem Boden oder Beton liegen. In diesem ungünstigen Falle ist der Widerstand zwischen Schienen und Erde verhälnismäßig klein. und er bestimmt in erster Linie den abirrenden Strom. Um dessen Stärke zu ermitteln, pflegt man den Spannungsabfall zu messen, da es schwer und oft undurchführbar wäre, die Stromstärke unmittelbar zu bestimmen.

Um den elektrischen Widerstand des Bodens an Ort und Stelle zu messen, wurden zwei Verfahren benutzt, eine von Dr. F. Wenner erdachte Nullmethode[1]) und eine neue „Schutzringmethode". Bei der Wennerschen Methode werden eine Anzahl Löcher in die Erde gebohrt und Metallelektroden hineingesenkt, zwischen denen dann mit Wechselstrom der Widerstand gemessen wird. Die Messungen sind, wenn der Boden frei von Steinen ist, nicht schwierig; aber ein Nachteil ist die Notwendigkeit, den Apparat von Ort zu Ort zu schaffen.

Bei dem zweiten, dem „Schutzring"-verfahren, das ebenfalls im Bureau of Standards ausgearbeitet worden ist, werden nebeneinander zwei parallele Gräben ausgehoben, welche so breit sind, daß ein Mann darin arbeiten kann. Gegen die eine Seite der sorgfältig ausgerichteten Zwischenwand wird eine kreisrunde Metallplatte und gegen die entgegengesetzte Seite eine zweite Metallscheibe gepreßt, deren Durchmesser nur halb so groß ist wie bei jener, und welche von einem weiten Ringe umgeben ist, der den gleichen äußeren Durchmesser wie jene Platte besitzt. Der Ring und die Scheibe sind voneinander durch einen schmalen, nichtleitenden Ring getrennt und, um sie in ihrer Lage zu halten, auf einen nichtleitenden Klotz aus Hartgummi oder aus paraffingetränktem Holz geschraubt. Um mit dem Erdwall Kontakt herzustellen, wird eine dünne Schicht Tonbrei angeklatscht, die Oberfläche jeder Elektrode in den Brei gedrückt und während der Ablesungen mit Klammern gehalten.

Der Anteil des vom Amperemeter angezeigten Stromes, welcher auf die innere Kreisscheibe entfiel, wurde nach O. S. Peters in der Weise ermittelt, daß ein induktionsfreier, regelbarer Widerstand r mit dem Schutzring und ein zweiter Widerstand d mit der Scheibe in Reihen geschaltet und ersterer solange geändert wurde, bis das Schwingungsgalvanometer zwischen den Verbindungen der beiden Widerstände mit dem Ring bzw. der Scheibe keine Ablenkung oder doch ein deutliches Minimum anzeigte. Nun sind die Ströme in den beiden Zweigen umgekehrt proportional den Widerständen oder

$$\frac{i}{I-i} = \frac{r}{d},$$

worin I den gesamten Strom und i den zwischen den Scheiben fließenden Strom bedeutet. Es folgt daraus

$$i = \frac{I \cdot r}{r+d}.$$

Der Widerstand des Erdzylinders zwischen der Scheibe und der Platte ist

$$\frac{E}{i} - d.$$

Setzt man nun darin den oben gefundenen Wert von i, so wird der Widerstand R der Erde

$$\frac{E(d+r)}{I \cdot r} - d,$$

worin E der Spannungsabfall und I die gesamte Stromstärke ist. Aus der Fläche A der Scheibe und dem Abstande l zwischen den Scheiben berechnet sich der spezifische Widerstand ϱ, weil

$$R = \frac{\varrho \cdot l}{A}$$

ist, zu

$$\varrho = \frac{R \cdot A}{l}.$$

Die Kontakte waren im allgemeinen gut; nur gelegentlich traten Störungen auf, welche wohl durch Luftblasen und lose Erde verursacht wurden. Die Dicke (3 bis 4 mm) und der Widerstand (2000 bis 3000 Ω auf den cm³) des Tonbreies hatten keinen wesentlichen Einfluß auf die Messungsergebnisse.

Beim Messen der Länge des Stromweges wurden gewöhnlich 2 mm von der gesamten Länge mit Rücksicht auf die Tonschicht abgezogen, wenn die Erde hohen Widerstand besaß. Beim Berechnen des Scheibendurchmessers wurde der mittlere Durchmesser gewonnen; bei dem einen Apparate hatte die Scheibe 7,46 cm Durchmesser, während der Schutzring einen inneren Durchmesser von 7,78 cm hatte. Hier wurde als Durchmesser der Scheibe 7,62 cm in Rechnung gesetzt.

Zum Beispiel war bei einem aus zerkleinertem Gestein bestehendem Boden die EMK $E = 17{,}0$ V, der Gesamtstrom $I = 0{,}101$ A, der Widerstand $d = 206{,}6$ Ω, der Widerstand $r = 36{,}6$ Ω, während der Erdwall die Dicke $l = 8{,}1$ cm und die Scheibe die Fläche $A = 49{,}3$ cm² besaß. Hieraus folgte $R = 910{,}7$ Ω und der spezifische Widerstand $\varrho = 5530$ Ω. Nach beendeter Messung wurden die Elektroden abgenommen und der Versuch wiederholt. Bei einer Reihe von vier solchen Versuchen betrug die größte Abweichung vom Mittel 1,5 %.

Ein drittes Verfahren, den Widerstand des Erdbodens zu messen, ist die „Kompressionsmethode". Bei ihr wird eine dem betreffenden Boden entnommene Probe in eine Presse gebracht und ihr Widerstand unter verschiedenen Drucken bestimmt. Die Bodenprobe wird in einen Glaszylinder gebracht, der außen durch einen Eisenzylinder verstärkt ist; dieser wird durch Zement in seiner Lage gehalten. Die Endflächen des Erdzylinders werden mit Zinnamalgam bedeckt und Kupferelektroden angepreßt. Zur Messung wird ein schwacher Wechselstrom hindurchgeschickt. Wenn man die Erde sorgsam einfüllt und den Druck langsam anwachsen läßt, so erhält man für die meisten Bodenarten Werte, welche mit den nach den beiden ersten Methoden erhaltenen Zahlenwerten sehr gut zusammenstimmen.

Zum Beispiel war bei der Messung einer Bodenprobe aus zerkleinertem Gestein, die 30 cm unter der Erdoberfläche entnommen war, der Widerstand des Amperemeters $r = 156{,}9$ Ω, die Trägheit (Reaktanz) des Amperemeters bei 60 Per $x = 187{,}9$ Ω, der gesamte Druck 1000 Pfd., die Höhe des Erdzylinders $l = 3{,}41$ cm, sein Querschnitt $A = 20{,}28$ cm², der Spannungsabfall $E = 41{,}5$ V und die Stromstärke $I = 0{,}0475$ A. Daraus folgt die Impedanz

$$\frac{E}{I} = \sqrt{(R+r)^2 + x^2},$$

wenn R der Widerstand des Erdzylinders ist. Setzt man die obigen Zahlenwerte ein, so wird $R = 696{,}4$ Ω und $\varrho = 4140$ Ω. Für eine große Zahl von Messungen empfiehlt es sich, die Gleichung für R zeichnerisch aufzulösen. Was die Genauigkeit der Messungen anbelangt, so war bei einer Reihe von drei Einzelmessungen die größte Abweichung vom Mittelwerte 3,2%.

In einer Tafel geben die Verfasser den Widerstand von 35 verschiedenen Bodenproben unter verschiedenen Drucken an; der niedrigste Wert beträgt 2670 Ω, der höchste 69500 Ω. In einer weiteren Tafel teilen sie für 92 Bodenproben den Feuchtigkeitsgehalt und den spezifischen Widerstand bei Zimmertemperatur mit; diese Proben wurden in Philadelphia, Pittsburg, St. Louis usw. zumeist aus der Umgebung von Gas- oder Wasserleitungen oder aus frischen zum Verlegen solcher Leitungen aufgeworfenen Gräben entnommen, u. zw. immer wenigstens zwei Muster von jeder Stelle in versiegelten Flaschen oder Zinnbüchsen, so daß nichts von der ursprünglichen Feuchtigkeit verloren ging.

Von den 92 Proben will ich folgende Zahlenwerte anführen:

	Feuchtigkeit %	spezifischer Widerstand Ω/cm³
Aus Philadelphia		
Feuchter grauer Ton	11,7	651
Feuchter gelber Ton	14,8	3 850
Feuchter blauer Ton	16,1	3 036
Fast trockener roter Sand	7,6	2 700
Feuchter roter Ton	17,4	8 820
Feuchter Humus und Ton	9,5	2 600
Feuchter roter Ton	19,3	21 200
Fast trockener Glimmerstaub	4,7	156 400
Feuchter Ton und Sand	18,6	6 260
Von Pittsburgh		
Fast trockener Sand	12,3	2 908
Von Erie		
Feuchter grober Sand	5,7	14 025
Aus St. Louis		
Sand und Humus	20,0	900
Blauer Ton	26,1	400
Ton und Lehm	19,2	1 450
Aus Washington		
Nasser gelber Ton und Sand	30	41 490
Nasser Humus, Ton und Sand	30	24 060

Um den Feuchtigkeitsgehalt zu bestimmen, wurden Proben von 20 bis 50 g entnommen und auf 105° bis zur Gewichtskonstanz erhitzt.

Die nach der dritten Methode angestellten Messungen ergaben für den Einfluß des Druckes, daß der Widerstand des Bodens abnimmt, bis der Druck etwa 100 Pfund auf den Qua-

[1]) Beschrieben in „Scientific Paper", Nr. 258 des Bureau of Standards.

Digitized by Google

dratzoll erreicht hat; darüber hinaus ändert der Widerstand sich nur wenig. Die endgültigen Werte stellen sich erst nach einer gewissen Zeit ein, die je nach der Sonderart des Bodens verschieden ist, aber nicht 1 bis 2 h übersteigt. Gewöhnlich wird Wasser aus der Erde ausgepreßt, bevor der Enddruck erreicht ist. Weil in solchen Fällen die Erde in der Presse mit Wasser gesättigt ist, der freie Erdboden aber nicht, so ist dieser Unterschied beim Vergleich zu beachten.

Um den Einfluß des Feuchtigkeitsgrades zu ermitteln, versetzten die Verfasser getrocknete Erde mit bestimmten Mengen destillierten Wassers. Bei 5% Wasser betrug der spezifische Widerstand der betreffenden Erde über 2 Mill. Ω, bei 11,1% 237400 Ω, bei 16,7% 13880 Ω, bei 22,2% Wasser 6835 Ω, bei 33,3% 5400 Ω, bei 44,5% 4725 Ω. Weiterer Wasserzusatz ließ im Gegenteil den Widerstand wieder ein wenig wachsen. Je nach der Sonderart des betreffenden Bodens ist aber sein Wasserbindungsvermögen sehr verschieden, so daß bei gleichem Wassergehalte z. B. grober Sand triefend naß, Lehm dagegen nur mäßig feucht erscheint. Wenn der Boden viel lösliche Salze enthält, so wird Wasseraufnahme seinen Widerstand stark vermindern; wenn er dagegen so gut wie gar keine löslichen Stoffe enthält, so wird das aufgesogene Wasser fast rein bleiben und schlecht leiten. Aus allerlei Abfällen, anorganischen und organischen, aufgeschütteter Boden wird, zumal wenn er infolge tiefer Lage viel Wasser empfängt, besonders gut leiten, ebenso Salzsümpfe und feuchter alkalihaltiger Boden. In derartigem Boden werden natürlich auch besonders starke abirrende Ströme und starke Anfressungen auftreten.

Was den Einfluß der Temperatur anbelangt, so wächst mit sinkender Temperatur der Widerstand, u. zw. wuchs er z. B. bei einer ziemlich feuchten Erdprobe von 18° bis — 2° auf das Vierfache des Anfangswertes; bei — 5,5° war der Widerstand schon fast 20-mal, bei — 12° rd 100-mal so groß als bei 18°.

Die schlecht leitende Oberflächenschicht, welche eiserne Röhren bedeckt (Oxydschicht, isolierende Anstriche), erhöht in gleichmäßig feuchtem Boden den Widerstand, welchen der zwischen Schienen und Röhren durch die Erde gehende Strom zu überwinden hat, nur unbedeutend, wie besondere Messungen zeigten. Gleichstrom erhöht durch Polarisation scheinbar den Widerstand des Stromkreises; in einem Falle wurde zwischen zwei 16 m langen Gußeisen-Rohrleitungen in nassem Boden der Widerstand des Erdbodens von anfänglich 18 Ω binnen einer halben Stunde scheinbar verdoppelt.

Aus der Gesamtheit dieser Messungen ziehen die Verfasser die naturgemäßen Folgerungen, daß man beim Legen von Schienensträngen elektrischer Bahnen gut leitenden Erdboden möglichst vermeiden oder von ihm die Schienen möglichst sorgfältig isolieren soll, daß man die Schienenstöße bestens überbrücken soll und daß man Kreuzungen zwischen Schienen und Röhrenleitungen vermeiden soll. Im Winter sind die abirrenden Ströme dank dem Frost nur etwa den dritten Teil so stark wie im Sommer. K. Arndt.

Bahnen und Fahrzeuge.

Erweiterung des elektrischen Betriebes auf der Chicago-, Milwaukee- und St. Paul-Eisenbahn.

[The Electrician, Bd. 79, S. 966.]

Die Chicago-, Milwaukee- und St. Paul-Eisenbahn hat die Elektrisierung eines neuen Teils des westlichen Endes ihrer Hauptlinie beschlossen[1]). Der neue Umbau erstreckt sich auf die 160 km lange Strecke Othello bis Cle-Elum und von dieser Station bis Seattle mit einer Länge von 144 km, sowie einer 45 km langen Abzweigung von Black River nach dem 16 km südlich von Seattle liegenden Tacoma. Diese 354 km langen Strecken sind fast durchweg eingleisig, mit Ausnahme der Verschiebebahnhöfe und Abstellgleise. Nach Fertigstellung dieser Umbauten und einschließlich der bereits jetzt zwischen Harlowton und Avery elektrisierten Bahnen werden insgesamt rd 950 km Bahnlänge von St. Paul aus elektrisch betrieben werden. Hierzu kommen noch die Gleisanlagen in den Betriebsbahnhöfen Seattle und Tacoma, wodurch die Gleislänge auf annähernd 1000 km erhöht wird. Diese Bahnen sind besonders erwähnenswert wegen ihrer Betriebsart mit hochgespanntem Gleichstrom, und weil ungefähr die Hälfte der Strecken große Steigungen im Gebirge und eine große Anzahl von Tunnels umfassen.

Der Betriebstrom wird hauptsächlich dem Kraftwerke der Washington Water Co. am Spokane-Fluß, der etwa 48 km nordwestlich von der Stadt Spokane fließt, und anderen Werken der Stone & Webster Anlagen der westlichen Washington Co. entnommen.

Die Hochspannungsleitung von den Kraftwerken zu den Umformeranlagen gehört der Bahngesellschaft und wird für 100 kV Dreiphasenstrom nach denselben Normalien gebaut werden wie die Leitungen des ersten Ausbaues in Montana und Idaho. Sie erhält einen Querschnitt von 46 mm² aus sechsfach verseilten Kupferdrähten mit Hanfkern. Der geerdete Oberleitungsdraht und die einzelnen Masterdungen bestehen aus 10 mm² siebenfach verseiltem und verzinktem Siemens-Martin-Stahldraht. Die längste Oberleitung wird von Taunton bei Othello bis zu den Cedern-Fällen auf eine Entfernung von über 224 km neu angelegt. Die Unterwerke der im äußersten Westen gelegenen Strecke werden aus den vorhandenen Netzen der Wasserkraftwerke gespeist.

Die Volleistung der Unterwerke und Speiseleitungen wurden für Züge von je 3000 t berechnet. Nur auf einer im Westen liegenden 29 km langen Strecke mit Steigungen bis 2,2% wird mit Zügen von nur 2000 t gerechnet. Die größte vorkommende Steigung beträgt 1,74% auf 32 km Länge und erstreckt sich östlich von den Ceder-Fällen bis zu den Spitzen der Cascade-Berge.

Die Reihenfolge und Leistung der Umformeranlagen sind aus nachstehender Tafel zu entnehmen:

Umformeranlage	Entfernung von	km	Umformer Anzahl	Einzelleistung kW	Gesamtleistung kW
Taunton ...	Othello	14,8	2	2000	4000
Doris	Taunton ...	56,—	3	2000	6000
Kittitas	Doris	37,—	3	2000	6000
Cle Elum ..	Kittitas	51,—	2	2000	4000
Hyak	Cle Elum ..	46,6	3	2000	6000
Ceder-Falls	Hyak	35,—	3	2000	6000
Renton	Ceder-Falls	44,—	3	2000	6000
Tacoma....	Renton	49,—	2	2000	4000

Die Leistungen des Unterwerkes beruhen auf einer 150%igen Belastung der Motorgeneratoren während zwei Stunden und auf einer 300%igen Belastung für eine Zeitdauer von 5 min. Die Gebäude werden aus festem Ziegelmauerwerk hergestellt und Betonfundamente erhalten.

Die Stromrückleitung des Betriebsgleichstromes von 3000 V erfolgt durch die Fahrschienen. Zu diesem Zwecke erhält jede Schiene des Gleises auf Steigungen von 1% und weniger Schienenstoßverbinder aus Kupfer von 12 mm Durchmesser und zwei solcher Verbinder auf größeren Steigungen. Die Schienenrückleitung wird durch eine blanke, oberirdisch verlegte Rückleitung aus blankem Kupferdraht von 11,5 mm Durchmesser, die in Zwischenräumen von etwa 6,5 km mit den Gleisen verbunden wird, ergänzt, um den Streckenwärter vor großen Spannungsunterschieden an schadhaften Schienenstoßverbindern zu schützen.

Die 3000 V-Fahrleitung wird nach den zufriedenstellenden Erfahrungen der Strecke Harlowton und Avery ausgeführt. Auf der geraden eingleisigen Strecke kommen Zedernmaste zur Verwendung, nur über mehrgleisigen Strecken und auf Bahnhöfen sowie an den Endstationen kommen Joche auf Gittermasten zur Anwendung.

Die Fahrleitung wird mittels der bereits erprobten Kettenaufhängung am Tragwerk befestigt. Das Tragseil von 110 mm² Querschnitt besteht aus siebenfach verseiltem, verzinktem Siemens-Martin-Stahldraht und trägt mittels 6 mm-Hängedrähten aus verzinktem Stahl die Fahrdrähte. Mit der Doppelfahrleitung hat man gute Erfolge erzielt. Sie ist gut schmiegsam und ermöglicht einen funkenfreien Kontakt. Über Nebengleisen wird nur ein Draht mit Kettenaufhängung verlegt.

Über die zur Verwendung kommenden Lokomotiven ist noch kein Entschluß gefaßt worden. Die elektrischen Lokomotiven der St. Paul-Bahn, die z. Zt. als Personenzuglokomotiven verwendet werden, sind eigentlich Güterzuglokomotiven, die einstweilen mit geeigneten Ausrüstungen für Personenzuglokomotiven versehen wurden. Die Lokomotivfabriken sind aufgefordert worden, Entwürfe für besondere Personenzuglokomotiven einzureichen. Diese sollen dann nur für Personenzugbetrieb verwendet werden, während die jetzigen Maschinen nur für den Güterzugbetrieb dienen sollen. An den Scherenstromabnehmern, die sich vorzüglich bewährt haben, soll keine Änderung vorgenommen werden. —le—.

[1]) Vgl. „ETZ" 1913, S. 871 und 1917, S. 579.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Brasilianische Industrie-Ausstellung in Buenos Aires 1918.

Die Brasilianische Regierung wollte mit Hilfe der argentinisch-brasilianischen Handelskammer in Buenos Aires dort eine „Ausstellung der brasilianischen Industrie", hauptsächlich ihrer Baumwoll-Erzeugnisse, im April 1918 eröffnen. Weitere Nachrichten hierüber sind der „Ständigen Ausstellungskommission für die Deutsche Industrie" bisher nicht zugegangen.

Herbstmesse Fredericia (Dänemark) 1918.

Der Termin für die im Herbst d. Js. in Fredericia zu veranstaltende „Dänische Messe" ist, wie die „Ständige Ausstellungskommission für die Deutsche Industrie" auf Grund eines ihr soeben von zuständiger Stelle zugesandten Berichtes mitteilt, auf die Zeit vom 3. bis 11. August festgesetzt worden.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Karl Vollmer, der außerordentliche Professor der angewandten Physik und Direktor des Instituts für technische Physik an der Universität Jena, ist als Fliegerleutnant auf dem Flugplatz Warnemünde tödlich verunglückt.

Auszeichnungen. Der Senat der Technischen Hochschule in Breslau hat auf Antrag der Abteilung für Maschinen-Ingenieurwesen und Elektrotechnik dem Leiter der Borsigwerke, Geheimen Kommerzienrat Ernst v. Borsig, in Reinenwerder bei Tegel, dem erfolgreichen Förderer des Maschinen- und Lokomotivbaues, sowie der Eisen- und Stahlerzeugung, anläßlich der Ablieferung der zehntausendsten Lokomotive die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber verliehen. — Die Technische Hochschule zu Berlin hat dem Geheimen Baurat Gustav Kemmann in Berlin-Grunewald wegen seiner Verdienste um die wissenschaftliche und praktische Förderung des städtischen Verkehrswesens die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Invar und verwandte Nickelstähle.

In der „ETZ" 1918, S. 189 wird unter Materialkunde über verschiedene Anwendungsgebiete des Nickelstahls berichtet. Es heißt hierin u. a.:

„Eine praktische Verwertung haben die magnetischen Abnormitäten des Nickelstahls bei der Kriegsmarine gefunden, welche die Panzerung der dem Kompaß benachbarten Schiffsteile aus dem unmagnetisierbaren und gleichzeitig festen und zähen 25% Nickelstahl herstellt und so die außerordentlich unangenehmen Störungen des Kompasses vermeidet, welche die immer stärker werdende Panzerung aus reinem Stahl hervorbrachte."

Diese Stelle könnte den Anschein erwecken, als ob es sich hier um ein neues Anwendungsgebiet für den Nickelstahl handelte. In Wirklichkeit ist dieses außerordentlich kostspielige Verfahren zur Schaffung „guter Kompaßplätze" nicht nur seit langen Jahren bekannt, sondern neuerdings fast vollständig wieder aufgegeben worden.

Es werden jetzt fast ausnahmslos Kreiselkompasse benutzt, die unabhängig von magnetischen Einflüssen die Richtung der Erddrehung angeben. Es sind beträchtliche Mengen des teueren und während des Krieges so schwer zu beschaffenden Nickels, welche durch den Kreiselkompaß gespart werden.

Neumühlen bei Kiel, 10. V. 1918.

Anschütz & Co.

LITERATUR.

Besprechungen.

40 Jahre Fernsprecher. Stephan—Siemens—Rathenau. Von Oskar Grosse. Mit 16 Abb. 90 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 3 M.

Die 40. Wiederkehr des Tages, an dem der Fernsprecher in seiner amerikanischen Gestalt zu uns zurückkam, gibt dem Verfasser Veran-

Digitized by Google

lassung zu einer Darstellung der Entwicklung des Fernsprechers. Das Unternehmen erscheint um so dankenswerter, als bereits die Legendenbildung am Werk ist. Der Verfasser, vortragender Rat im Reichs-Postamt und Kurator des Postmuseums, der noch selbst unter Stephan gearbeitet hat und mit ihm häufig in Berührung gekommen ist, dürfte hierfür der rechte Mann sein; er schöpft denn auch aus persönlicher Erinnerung und aus den Akten des Reichs-Postamts sowie aus zahlreichen Veröffentlichungen der Fachliteratur. Es ergibt sich, daß Stephan mit den beiden, ihm am 24. X. 1877 zugegangenen Bellschen Telephonen unverzüglich Versuche anstellte und bereits am 5. November eine Fernsprechleitung zwischen dem General-Postamt und dem General-Telegraphenamt einrichtete; am 9. November ging ein Bericht an den Reichskanzler, der bereits den Plan, Telegraphenlinien mit Hilfe des Telephons zu betreiben, enthielt. Die erste Telegraphenanstalt dieser Art wurde am 12. XI. 1877 in Friedrichsberg bei Berlin eröffnet. Die von Stephan gleichfalls bald (Oktober 1877) gefaßte Absicht, Fernsprechanlagen zum öffentlichen Sprechverkehr einzurichten, scheiterte zunächst an der Teilnahmlosigkeit der Berliner; erst 1880 beschloß Stephan den Bau einer Stadt-Fernsprechanlage. Durch das Telegraphengesetz vom 6. IV. 1892 wurde der Fernsprechbetrieb zum Reichsregal erklärt. Die gewaltige Entwicklung des Fernsprechverkehrs ist allgemein bekannt. Der Verfasser zeigt sie uns in Wort und Bild, insbesondere auch an Hand von Zahlen. Am Schluß des Buches finden wir einen Literaturnachweis, der die Belegstellen, auf die der Verfasser Bezug nimmt, anführt.

Das kleine Buch darf als ein wichtiges Quellenwerk zur Geschichte des Fernsprechers angesehen werden und wird wohl die bisher entstandenen Irrtümer, insbesondere über die Rolle, die der kürzlich verstorbene Emil Rathenau dabei gespielt hat, endgültig beseitigen. Es dürfte aber auch als eine gute und übersichtliche Darstellung der neueren Errungenschaften auf dem Gebiete des Fernsprechens Vielen willkommen sein.

Strecker.

Die Rechtskunde des Ingenieurs. Ein Handbuch, für Technik, Industrie und Handel. Von Dr. R. Blum. 2. verbesserte Auflage. XIX u. 907 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 16 M.

In der „ETZ", Jahrgang 1917, Heft 16, S. 227, erschien meine Besprechung der 1916 herausgekommenen ersten Auflage obigen Werkes. Heute schon wird mir zur Besprechung die zweite Auflage anvertraut. Diese allein schon beweist den Erfolg des Buches. Seinen Inhalt, dessen Charakter und Umgrenzung, habe ich in meiner Besprechung der ersten Auflage in scharfen, knappen Umrissen dargelegt und gewürdigt. Ich kann unter Bezug auf meine dortigen Ausführungen nur sagen: Was ich dort hinsichtlich der ersten Auflage geschrieben habe, gilt heute in gleicher Weise für die zweite Auflage. Dieselbe ist nur noch in gewissen Punkten verbessert und auch etwas vermehrt. Die alte Einteilung in 5 Abschnitte ist beibehalten. Neu einbezogen sind in dieselben auch noch „das Berggesetz" und die „Gewerkschaft". Die Kriegsgesetze sind auf den neueren Stand ergänzt. Besonderes Interesse verdient dabei „das Gesetz über den vaterländischen Hilfsdienst". Ebenso ist die Kriegsrechtsprechung, wie sie sich seit der ersten Auflage weiter entwickelt hat, gewürdigt.

Des Handbuchs zweite Auflage verdient den gleichen Beifall wie ihn die erste in Kritik und Absatz gefunden hat. Dr. Cantor.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik. Von Dr. W. Ahrens. Mit 51 Abb. VI u. 206 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 5,60 M.

Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. (Abfallenergie-Verwertung.) Von M. Gerbel. Mit 9 Abb. VI u. 109 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 3 M.

Dynamik, Regelung und Dampfverbrauch der Dampffördermaschine. Von Dr.-Ing. M. Schellewald. Mit 28 Abb. 134 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 6 M.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Berlin[1]). In dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wird über die Lage der Elektrizitätswerksunternehmungen folgendes ausgeführt: „Die Elektrizität liefernde Industrie leidet schwer unter den gegebenen Verhältnissen. Eine Reihe der besten Unternehmungen dieser Art hat sich bei stark verminderten Überschüssen gezwungen gesehen, ihre Dividenden herabzusetzen; ein Ende dieser rückgängigen Bewegung ist noch nicht abzusehen. Die Ursache dieser bedauerlichen Ausnahme in jetziger Zeit, welche für beinahe die gesamte sonstige Industrie angespannte und lohnende Arbeit gebracht hat, liegt in den Grundlagen ihrer Betätigung: Bestehende Verträge, die größtenteils unter Friedensverhältnissen mit unveränderlichen Strompreisen und sonstigen feststehenden Bedingungen abgeschlossen wurden, gestatten es nicht, angemessene Verkaufspreise für Elektrizität zu berechnen. Es ist zwar bei einer Reihe von Gemeinden und anderen kommunalen Behörden sowie auch bei einem Teil der Großabnehmer gelungen, Verbesserungen der Verträge herbeizuführen; ein größerer Teil aber hat an den bestehenden Abmachungen ohne Rücksicht auf Billigkeit festgehalten oder die notwendige Zustimmung zur Abänderung der Verträge nur von schweren Gegenbedingungen abhängig gemacht. Es ist daher notwendig, daß von seiten des Reiches mit einer gesetzlichen Regelung eingegriffen wird. Die Verteuerung allen Zubehörs, in erster Linie der Kohle, die in einzelnen Fällen schon das Zweieinhalbfache ihres früheren Preises erreicht hat, die Schwierigkeit der Beschaffung von Materialien für Reparaturen und Ersatz, der Mangel an geeignetem Personal machen diese Forderung zu einer zwingenden, u. zw. nicht nur für die betroffenen Unternehmer allein, sondern auch für die Allgemeinheit. Die elektrische Kraft wird nach dem Kriege mehr als vorher berufen sein, das erste und wichtigste Produktionsmittel der Industrie und in noch höherem Maße der Landwirtschaft zu sein. Der Mangel an Arbeitskräften, an tierischen und mechanischen Transportmitteln wird in weitestem Maße durch die Elektrizität nur dann behoben werden können, wenn die bestehenden Elektrizitätswerke lebensfähig erhalten werden. Namentlich der jüngste Zweig dieser Industrie, die Überlandzentralen, haben schon vor dem Kriege durchweg bei mäßigen Abschreibungen nur geringe Erträge gebracht, da sie, erst in der Entwicklung begriffen, infolge der starken Anforderungen, welche die räumlich ausgedehnten Versorgungsgebiete an den Ausbau der Leitungs- und Verteilungsnetze stellten, ständigen Kapitalzuwachs erforderten. Ohne die bescheidene Rente aber, die derartige Unternehmungen, deren Ausbau in Deutschland einer ganz großzügigen Initiative des privaten Unternehmertums zu verdanken ist, beanspruchen müssen, scheint uns eine vollständige Lähmung ihrer Ausbautätigkeit und damit eine in langen Jahren nicht wieder gutzumachende Schädigung des Gemeinwohls bevorzustehen. Die erforderliche gesetzliche Regelung würde in der Weise einzutreten haben, daß die jetzigen Strompreise den durch den Krieg veränderten Ausgaben entsprechend erhöht werden dürfen. Schritte in dieser Richtung sind getan worden, und wir hoffen, daß sie von Erfolg gekrönt sein werden."

Der Gewinn aus Dividenden und Zinsen betrug 5,231 Mill. M (5,217 i. V.), aus Verkäufen 0,484 Mill. M (0,594 i. V.). Der Reingewinn nebst Vortrag betrug 3,715 Mill. M (3,719 i. V.). Es werden 5% Dividende auf 60 Mill. M (wie i. V.) gezahlt. Die mit 126,267 Mill. M (129,548 i. V.) abschließende Bilanz bewertet Effekten und Beteiligungen mit 105,059 Mill. M (109,471 i. V.), Kasse mit 16 533 M (16 156 i. V.). Schuldnern mit 21,191 Mill. M (20,061 i. V.) stehen Gläubiger mit 12,512 Mill. M (15,326 i. V.) gegenüber. —z.

Oberbayerische Überlandzentrale A. G., München.[2]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 0,571 Mill. M (0,459 i. V.) und der Reingewinn 0,333 Mill. M (0,177 i. V.). Es sollen 6% Dividende (4 i. V.) auf 2,3 Mill. M gezahlt werden. An das Hochspannungsnetz von 566 km Länge (546 i. V.) sind 560 Ortsnetze (494 i. V.) angeschlossen, die von 359 Transformatorenstationen (337 i. V.) mit 10 730 kW Anschlußwert (10 121 i. V.) gespeist werden; die Zahl der angeschlossenen Glühlampen betrug 62 867 (52 500 i. V.), die Leistung der Motoren 8708 PS (6817 i. V.).

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 352.
[2]) Bericht über 1912/13 vgl. „ETZ" 1914, S. 138.

Dividenden. Fränkisches Überlandwerk A. G., Nürnberg: 5% auf 4 Mill. M (wie i. V.). — Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Berlin: 5% (wie i. V.) auf 60 Mill. M (wie i. V.). — Julius Pintsch A. G., Berlin: 14% (10 i. V.) auf 18 Mill. M (wie i. V.).

Firmenverzeichnis.

Deutsche Klingel-Betriebsgesellschaft m. b. H., Dresden. Gegenstand: Anlage von Klingelanlagen und sonstigen Stark- und Schwachstromanlagen in Grundstücken, gewerbsmäßige Instandhaltung dieser Anlagen gegen Zahlung von Pauschalgebühren, Übernahme aller Arbeiten, die sich auf elektrische Stark- und Schwachstromanlagen überhaupt beziehen. Stammkapital: 50 000 M.

Gummiwerk Oberspree G. m. b. H., Oberschöneweide. Die obige Gesellschaft lautet jetzt „Deutsche Luftreederei, G. m. b. H.", Berlin. Gegenstand: Luftverkehr jeder Art, Erwerb und Durchführung des Betriebes öffentlicher Luftverkehrsunternehmungen. Geschäftsführer: Dr. E. von Rieben; W. Mackenthun.

Enn-Werke/Neu & Neuburger, Nürnberg. Unter obiger Firma wurde in Nürnberg eine Metallwarenfabrik eröffnet, von welcher die bisherige Elektr. Bogenlampen- und Apparate-Fabrik G. m. b. H., Nürnberg, übernommen wurde. Geschäftsführer: J. Neu und J. Neuburger.

Änderungen in der Verwaltung. Dr. Paul Meyer A. G., Berlin. Neu in den Aufsichtsrat gewählt: Direktor C. Feldmann, Hofrat H. A. Marx (an Stelle von Handelsrichter J. Meyer †). — Elektrowerke A. G., Berlin. In den Vorstand berufen: H. Jahncke. Berlin. — A. G. für Gas-, Wasser- und Elektricitäts-Anlagen, Berlin: Ingenieur E. Sommerfeldt. — Elbtalzentrale A. G., Pirna: Betriebsdirektor G. Riedel.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk A. G., Essen: um 10 auf 60 Mill. M.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H. Conradswaldau, Kr. Schönau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Oberbach (Haftsumme: 200 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Reichenbach, Kr. Sagan (Haftsumme 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Neuwaldau, Kr. Sagan (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50).

Auflösungen. Feba, Fabrik elektrotechnischer Bedarfs-Artikel, G. m. b. H., Berlin.

Österreich-Ungarn. Die Ganzsche Electricitäts-A. G., Budapest, beantragt eine Kapitalserhöhung um 6 auf 24 Mill. K.

Schweiz. Die „Motor" A. G. für angewandte Elektrizität, Baden, hat die Erhöhung des Aktienkapitals um 10 auf 40 Mill. Fr. beschlossen.

Schweden. In Gotenburg hat sich eine Gesellschaft zur Ausbeutung der von Ingenieur Särnmarka gemachten Erfindungen (Apparate für Unterwassersignale und Gasakkumulatoren) gebildet. Aktienkapital: 0,5 bis 1,5 Mill. Kr.

Verschiedene Nachrichten.

Elektrizitätslieferung. In der Zeit vom Januar bis März 1918 betrug die nutzbare Energieabgabe der Städtischen Berliner Elektrizitätswerke (einschl. Eigenverbrauch) 111,480 Mill. kWh (121,737 i. Vj.), dabei 17,049 Mill. kWh (17,648 i. Vj.) für Bahnbetrieb. Die Zahl der Abnehmer betrug Ende März 1918 62 878 (+ 2953 g. Vj.), die Zahl der Hausanschlüsse 25 391 (+ 363 g. Vj.).

Verschmelzung schwedischer Unternehmungen. Zwischen der Stockholmer Allgemeinen Telephon A.-G. und der A.-G. L. M. Ericsson & Co. in Stockholm, Fabrikation von Telegraphen- und Fernsprech-Apparaten, ist ein vorläufiges Abkommen wegen Verschmelzung beider Unternehmungen getroffen worden. Es soll eine neue Gesellschaft gebildet werden, von deren Aktien 55,7% die Telephon-Gesellschaft und 44,3% die Ericsson-Gesellschaft erhalten wird. Über die Höhe des Kapitals ist noch keine Bestimmung getroffen (Frankf. Ztg.).

Abschluß des Heftes: 15. Juni 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. O. Lehmann in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 27. Juni 1918.** **Heft 26.**

EHRENTAFEL.

Folgende Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind in der Zeit von der Jahresversammlung 1916 in Frankfurt a. M. bis zur Jahresversammlung 1918 in Berlin im Kampfe für das Vaterland gefallen:

Auhagen, Brandinspektor, Kiel.
Bartels, Hugo, Ingenieur, Aachen.
Bilgenroth, Walter, Ingenieur, Kattowitz.
Biss, E., Diplomingenieur, Aachen.
Brenkle, Jos., Diplomingenieur, Karlsruhe i. B.
Buscher, Max, Ingenieur, Köln a. Rh.
Czwalina, Richard, Diplomingenieur, Köln a. Rh.-Marienburg.
Dellert, Bernhard, Ingenieur, Berlin SW. 61.
Eckert, Ingenieur, Frankfurt a. M.
Frick, Walther, Ingenieur, Höchst a. M.
Grabert, Hans, Ingenieur, Essen-Rüttenscheid.
Grunert, Carl, Oberingenieur, Rheydt.
Heinrichs, Heinr., Ingenieur, Flörchingen b. Diedenhofen.
Hohenemser, Fr., Oberingenieur, Straßburg.
Kirchner, Oswald, Techniker, Berlin NW. 87.
Kolbe, Johannes, Oberingenieur, Hamm i. W.
Meyer, Georg, Dr. phil., Oberingenieur, Charlottenburg.
Müller, Alfred, Ingenieur, Frankfurt.
Nadler, Max, Diplomingenieur, Halle a. S.
Osthoff, Eugen, Diplomingenieur, Stuttgart.
Petow, Ingenieur, Kiel.
Pfeifer, Ludwig, Elektrotechniker, München.
Rees, Wilhelm, Großherzogl. Ober-Maschineninspektor, Karlsruhe i. B.
Reindl, Josef, Diplomingenieur, Stuttgart.
Sauvage, Peter, Ingenieur, Saarbrücken.
Schmidt, Richard, Diplomingenieur, Stuttgart.
Schnackenburg, L., Diplomingenieur, Kattowitz O.-S.
Schröter, Ingenieur, Stuttgart.
Schulz, Richard, Ober-Postpraktikant, Köln a. Rh.
Stumm, Ingenieur, Frankfurt.
Türk, Walter H., Oberingenieur, Charlottenburg I.
Weidemann, Gottlieb, Ingenieur, Mannheim-Käfertal.
Zengel, Johannes, Ingenieur, Leipzig.

Vorrichtung zur Ermittlung der räumlichen Lichtstärke beliebiger Lampen.

Von Dr. Johann Sahulka.

Übersicht. Die Vorrichtung besteht im wesentlichen darin, daß in einem vertikalen Kreise in jedem Quadranten eine Anzahl kleiner ebener Gipsplatten unter 45° gegen die Achse des Kreises geneigt in ungleichen Winkelabständen derart angeordnet sind, daß ihnen gleich große, horizontale Zonen einer durch den Kreis gelegten Kugelfläche entsprechen. In den Mittelpunkt des Kreises wird die zu prüfende Lampe gebracht, welche eventuell während der Messung um ihre vertikale Achse gedreht werden kann. Die Vorrichtung ist so aufgestellt, daß die Achse des Kreises mit der Achse einer beliebigen Photometerbank zusammenfällt. Die zu prüfende Lampe wird durch einen Schirm verhindert, auf direktem Wege Licht zum Photometerkopf zu senden, so daß dieser nur unter Vermittlung der Gipsplatten Licht von der zu prüfenden Lampe erhält. Als Vergleichslampe dient eine zweite Lampe von passender Lichtstärke. Wenn die halbräumliche Lichtstärke gemessen werden soll, wird die Hälfte der Gipsplatten verdeckt.

Die räumliche Lichtstärke der Lampen wird gewöhnlich in der Weise bestimmt, daß in einer durch den Lichtschwerpunkt der Lampe gelegten Vertikalebene in Richtungen, welche vom Lichtschwerpunkt ausgehen und gleichen Winkelabstand von höchstens 10° haben, die Lichtstärken mit Hilfe eines beliebigen Photometers gemessen werden; aus der erhaltenen Polarkurve wird die Rousseausche Kurve und aus dieser die gesuchte mittlere räumliche oder halbräumliche Lichtstärke erhalten. Wenn die Lichtaussendung der Lampe um die Vertikale herum ungleichförmig ist, ist die Lichtmessung in mehreren Vertikalebenen zu machen und der Mittelwert der erhaltenen Werte zu nehmen.

Diese Art der Bestimmung der räumlichen Lichtstärke ist sehr zeitraubend. Sie ist aber auch insofern unzweckmäßig, als die Lichtmessungen in der Vertikalebene in Richtungen gemacht werden, welche einen gleichen Winkelabstand haben. Dr. Strache hat bereits in der „Zeitschrift des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner in Österreich-Ungarn" 1911, Heft 18 in dem Aufsatz „Eine Vereinfachung der Bestimmung der mittleren sphärischen oder hemisphärischen Lichtstärke" darauf hingewiesen, daß die Lichtstärkenmessungen in Richtungen, welche mit der Horizontalen die Winkel 2,8, 8,6, 14,5, 20,5, 26,7, 33,4, 40,5, 48,6, 58,2, 71,8° einschließen, gemacht werden sollen, und daß man dann einfach das arithmetische Mittel zu nehmen hat und nicht erst die Rousseausche Kurve zu zeichnen braucht.[1]) Dr. Strache hat dieses Ergebnis aus der Rousseauschen Kurve abgeleitet. Man kommt in einfacherer Weise zu dem gleichen Ergebnis, wenn man sich an den bekannten Satz der Stereometrie erinnert, daß die Oberfläche einer zwischen zwei Parallelkreisen liegenden Kugelzone gleich ist dem Produkte aus dem Umfange des größten Kugelkreises und der Höhe der Zone; mehrere Kugelzonen sind daher dann gleich groß, wenn sie gleich hoch sind. Legt man um den Lichtschwerpunkt einer Lampe eine Kugelfläche und teilt man den vertikalen

[1]) Auf dem gleichen Prinzip beruht das von Frz. Schmidt & Haensch, Berlin, in den Handel gebrachte Polar-Koordinatenpapier zur rechten Ermittlung der räumlichen Lichtstärke. D. S.

Digitized by Google

Radius über und unter dem Lichtschwerpunkte in eine Anzahl, z. B. 10, gleiche Teile und legt man durch diese Teilungspunkte horizontale Schnittebenen, so ist die Kugelfläche in gleich große Zonen geteilt. Macht man für jede Zone eine Lichtmessung in einer Richtung, welche der halben Höhe der Zone entspricht, so ist klar, daß man nur das arithmetische Mittel der erhaltenen Werte zu nehmen braucht, um die mittlere räumliche oder halbräumliche Lichtstärke zu finden, da die einzelnen gemessenen Lichtstärken gleich großen Zonen entsprechen. In dem angenommenen besonderen Falle, wenn jede Halbkugelfläche in 10 gleiche Zonen geteilt ist, muß die Lichtstärke in Richtungen gemessen werden, welche mit der Horizontalen Winkel einschließen, deren Sinus die Werte 0,05, 0,15, 0,25 .... 0,95 haben. Diesen Werten entsprechen die bereits früher angegebenen Winkel. Wenn man sich mit fünf Lichtstärkemessungen über und unter der Horizontalen begnügen wollte, müßten die Richtungen mit der Horizontalen Winkel einschließen, deren Sinus die Werte 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9 haben. Die entsprechenden Winkel haben 5,7, 17,5, 30,0, 44,4, 64,2°. Wenn die Lichtaussendung der Lampe um die Vertikale herum ungleichförmig ist, müßten die Messungen selbstredend wieder in mehreren vertikalen Ebenen gemacht und der Mittelwert der den Ebenen entsprechenden Werte genommen werden.

Um die vielen Einzelmessungen zu vermeiden, wurden integrierende Photometer ersonnen; darunter sind nicht Photometer, sondern Vorrichtungen zu verstehen, welche ermöglichen sollen, daß mit Benutzung derselben und eines beliebigen Photometers auf Grund einer einzigen Messung die mittlere räumliche Lichtstärke gefunden werden kann. Am gebräuchlichsten ist das Ulbrichtsche Photometer, welches aus einer innen weiß angestrichenen Hohlkugel besteht, in deren Wandfläche an einer Stelle eine Milchglasplatte eingesetzt ist. Die zu prüfende Lichtquelle wird in den Mittelpunkt der Kugel gebracht und ist durch einen Schirm verhindert, auf direktem Wege zur Milchglasplatte Licht zu entsenden. Die Lichtstärke der Milchglasplatte soll der mittleren räumlichen Lichtstärke entsprechen. Diese Voraussetzung kann nicht genau erfüllt sein, weil bei der Reflexion des Lichtes an der Wand ein Lichtverlust eintritt, und weil die Beleuchtungsstärke der durch den Schirm geschützten Wandfläche und daher auch der Milchglasplatte nicht bloß von der Lichtstärke der Lampe, sondern auch von der Größe des leuchtenden Teiles derselben abhängig ist. Die Kugel muß deshalb einen Durchmesser von wenigstens 1½ m haben, um brauchbare Ergebnisse zu erhalten. Das Ulbrichtsche Photometer gilt als das beste unter den integrierenden Photometern. Das Lumenmeter von Blondel und das Krüßsche Photometer beruhen auf der Anwendung von Spiegeln, welche das von der Lampe in verschiedenen Richtungen ausgesandte Licht in der Richtung des Photometerkopfes reflektieren. Die Spiegel müssen je nach der Entfernung der Lampe vom Photometerkopf in entsprechender Weise eingestellt werden und so groß sein wie die Lampe, da sonst nur von einem Teile des Leuchtkörpers der Lampe Licht zum Photometerkopf gelangen würde. Weder das Ulbrichtsche, noch die beiden anderen integrierenden Photometer sind für die Prüfung großer Lampen verwendbar.

Die nachfolgend beschriebene Vorrichtung hat den Zweck, die mittlere räumliche oder halbräumliche Lichtstärke beliebiger Lampen, die auch mit Überfangglocke versehen sein können, auf Grund einer einzigen Messung zu finden, die mit einem beliebigen Photometer ausführbar ist. In Übereinstimmung mit den früher genannten Vorrichtungen kann dieselbe ebenfalls als ein integrierendes Photometer bezeichnet werden.

Das Wesen der Vorrichtung besteht darin, daß um die zu prüfende Lampe herum in einem vertikalen, durch den Lichtschwerpunkt der Lampe gelegten Kreise eine Anzahl von ebenen Gipsplatten angeordnet ist, welche unter einem Winkel von 45° gegen die Ebene des Kreises und gegen die durch den Kreismittelpunkt gelegte horizontale Achse geneigt sind, so daß sie eine gemeinsame Kegelfläche berühren würden. Die Gipsplatten sind nicht in gleichen, sondern in derartigen Winkelabständen angeordnet, daß ihnen gleiche Kugelzonen entsprechen. Die Vorrichtung ist seitlich von der Photometerbank derart aufzustellen, daß sich der Mittelpunkt des Kreises, in welchem sich die Gipsplatten befinden, in der Verlängerung der Achse der Photometerbank befindet und der Kreis auf dieser Achse senkrecht steht. Die zu prüfende Lampe wird in den Mittelpunkt des Kreises gebracht. Vor die Lampe wird ein Schirm gestellt, so daß sie nicht auf direktem Wege Licht zu dem am Anfange der Photometerbank aufgestellten Photometerkopf entsenden kann. Die Gipsplatten werden von der Lampe beleuchtet und senden nach allen Richtungen und daher auch zum Photometerkopf Licht aus. Dieser erhält Licht, welches der mittleren räumlichen Lichtstärke entspricht. Als Vergleichslichtquelle dient eine zweite Lampe auf der anderen Seite des Photometerkopfes. Falls die zu prüfende Lampe nicht eine um die Vertikale herum gleichförmige Lichtaussendung hat, ist sie während der Messung zu drehen, oder ist sie um die vertikale Achse in verschiedene Stellungen zu bringen und das Mittel der erhaltenen Werte zu nehmen.

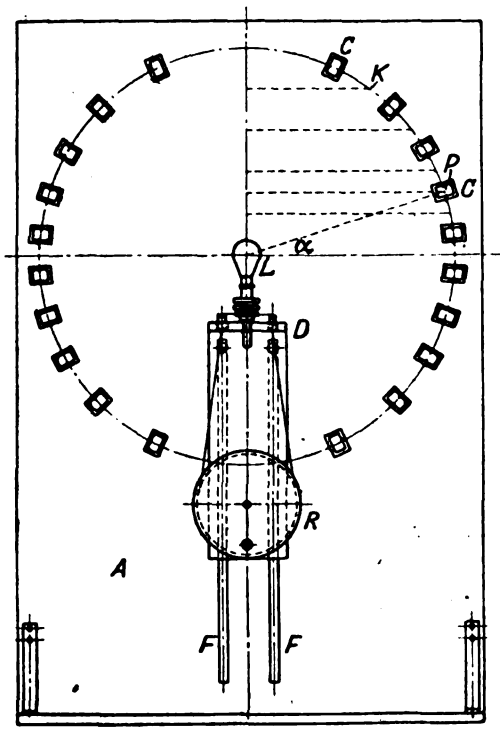


Abb. 1.

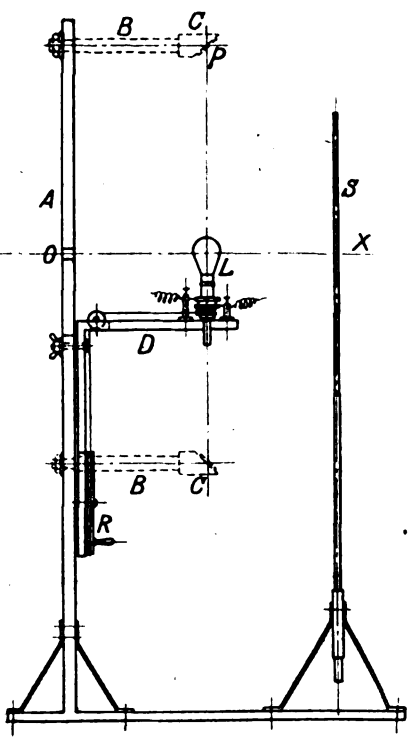


Abb. 2.

Die Verwendung von Gipsplatten anstatt reflektierender Spiegel bietet mehrfache Vorteile. Zunächst ist klar, daß die Gipsplatten unabhängig von der Größe der Lampen klein sein können, denn sie fangen stets das den einzelnen radialen Richtungen entsprechende Licht auf und zerstreuen es, wodurch ein der Lichtstärke proportionaler Teil des Lichtes zum Photometerkopf gelangt. Der zweite Vorteil liegt darin, daß man die Gipsplatten nicht wie Spiegel je nach der Entfernung des Photometerkopfes von der zu prüfenden Lampe einzustellen braucht, denn die Gipsplatten zerstreuen das Licht und senden stets einen Teil desselben zum Photometerkopf. Der Apparat braucht, auch wenn eine Lampe mit größerem Leuchtkörper zu prüfen ist, nicht sehr groß zu sein, da die Gesamtwirkung auf die Gipsplatten nahezu unverändert ist, wenn ein leuchtender Punkt aus der axialen Lage etwas seitlich verschoben wird. Endlich wird noch der Vorteil erreicht, daß nicht wie im Falle der Anwendung von Spiegeln zu viel Licht zum Photometerkopf gelangt. Die Eichung des Apparates erfolgt durch Benutzung einer Lampe, deren mittlere räumliche Lichtstärke aus Einzelmessungen gefunden wurde; die Konstante ist für verschiedene Entfernungen des Photometerkopfes von der Lampe zu bestimmen.

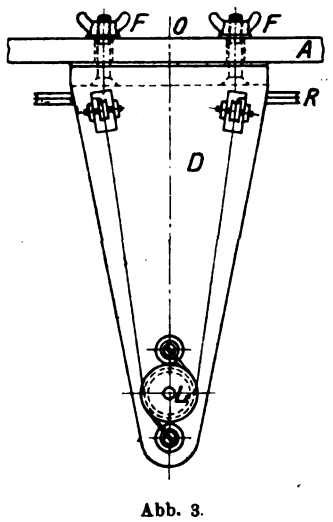


Abb. 3.

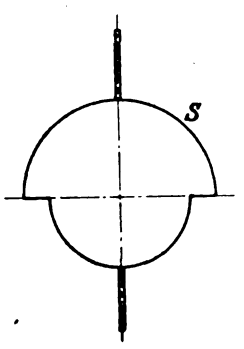


Abb. 4.

Aus den Abbildungen ersieht man die konstruktiven Einzelheiten eines für das Elektrotechnische Institut der Technischen Hochschule in Wien angefertigten Apparates, jedoch sind der Deutlichkeit der Abbildungen wegen in den einzelnen Quadranten anstatt 10 Gipsplatten nur 5 gezeichnet, Abb. 1 stellt eine Vorderansicht, Abb. 2 eine Seitenansicht, Abb. 3 eine Grundansicht des Apparates, Abb. 4 einen zugehörigen Schirm dar. An einer vertikalen Wand *A* sind in einem Kreise K, dessen Mittelpunkt *O* ist, in jedem Quadranten 10 horizontale Arme *B* angeordnet, welche an ihren Enden Klötzchen *C* tragen, deren Endflächen unter 45° gegen die Achse *OX* des Kreises *K* geneigt sind. Auf den Endflächen sind gleich große

Digitized by Google

Gipsplatten P aufgeklebt. Es ist selbst für Prüfung großer Lampen ausreichend, den Durchmesser des Kreises K gleich 80 cm zu wählen; die Plättchen P sind in der Kreisrichtung 2 cm breit, in der darauf senkrechten Richtung 4 cm lang. Die Radien, welche man sich zu den Mittelpunkten der Platten P gezogen denkt, schließen mit der Horizontalen der Reihe nach die Winkel $\alpha = 2{,}8,\ 8{,}6,\ 14{,}5,\ 20{,}5,\ 26{,}7,\ 37{,}4,\ 40{,}5,\ 48{,}6,\ 58{,}2,\ 70{,}8^0$ ein. Zwischen den Platten P, welche sich beiderseits der durch den Kreismittelpunkt gelegten Vertikalen befinden, ist genügend Raum für die Aufhängevorrichtung einer Bogenlampe oder Stütze einer Glühlampe vorhanden. Anstatt die Platten P von Armen tragen zu lassen, könnte man sie am Rande einer zylindrischen Trommel befestigen. An der Wand A ist ein in vertikaler Richtung verstellbares Konsol D angeordnet; die Feststellung erfolgt mittels Schrauben, welche durch in der Wand A angebrachte Führungen F hindurchgehen. Mittels eines an dem Konsol angeordneten Rades R, welches durch Schnurlauf mit einem auf der Lampenachse befestigten kleinen Rade in Verbindung steht, kann die Lampe um die vertikale Achse gedreht werden. Wenn Bogenlampen zu prüfen sind, ist das Konsol D zu entfernen. Der Apparat ist so aufzustellen, daß die Achse OX mit der Achse der Photometerbank zusammenfällt; um dies beurteilen zu können, ist die Wand A an der Stelle O durchbohrt. Nach erfolgter Einstellung wird, falls die mittlere räumliche Lichtstärke bestimmt werden soll, ein kreisförmiger Schirm S, der etwas kleiner ist als der Kreis K in den Apparat eingesetzt; er bewirkt, daß von der Lampe L nicht auf direktem Wege, sondern nur über die Gipsplatten P Licht zum Photometerkopf gelangen kann. Wenn die mittlere halbräumliche Lichtstärke bestimmt werden soll, ist der in Abb. 4 dargestellte Schirm zu verwenden, welcher je nach der Art, wie er eingesetzt ist, entweder nur von der unteren oder nur von der oberen Hälfte der Platten P Licht zum Photometerkopf gelangen läßt. Die Wand A ist mit schwarzem Tuch bedeckt, ebenso das Grundbrett des Apparates; außerdem ist auf der rechten und linken Seite der Wand A noch ein schwarzes Tuch in Form einer vertikalen Wand ausgespannt, um zu verhindern, daß die Lampe L über die Wände des Photometerzimmers Licht zum Photometerkopf entsendet. Diese seitlichen Tuchschirme sind in der Abbildung nicht gezeichnet.

Die Messungen wurden mit Benutzung eines Krüßschen Photometers ausgeführt. Es stellte sich hierbei als notwendig heraus, die Gipsplatte im Photometerkopf abzuändern, da auf der Seite des integrierenden Photometers die Wände des prismatischen Gehäuses des Photometerkopfes wegen der Kleinheit der Öffnungen auf die Gipsplatte, welche 6,5 cm Durchmesser hatte, Schatten warfen. Dadurch wäre ein unrichtiges Meßergebnis erhalten worden, denn dieses ist von der gesamten auf die Gipsplatte auffallenden Lichtmenge abhängig. An dieser Stelle möchte ich bemerken, daß man aus gleicher Ursache im Falle gewöhnlicher Photometrierung ebenfalls unrichtige Ergebnisse erhält, wenn man größere Glühlampen, Bogenlampen mit Glocke, oder die Lichtstärke von Bogenlampen in stark geneigter Richtung mißt, in welchem Falle die Gipsplatte in der Richtung der Winkelhalbierenden der zu der Bogenlampe und der Vergleichslampe führenden Richtungen eingestellt ist, weil in allen diesen Fällen die Gehäusewände des Photometerkopfes ebenfalls einen Schatten auf der Gipsplatte werfen. Um einen Fehler zu vermeiden, wurde auf beiden Seiten der Gipsplatte nur der mittlere Teil von 2,5 cm Durchmesser weiß belassen, der Rand geschwärzt. Die Empfindlichkeit des Krüßschen Photometers wurde dadurch im Verhältnis $6{,}5^2 : 2{,}5^2$, d. i. nahezu auf den siebenten Teil, herabgesetzt, von dem die Wirkung auf den Photometerkopf von der gesamten auf der Gipsplatte auffallenden Lichtmenge abhängt. Unter diesen Verhältnissen konnte mit Benutzung des Krüßschen Photometers und Verwendung der beschriebenen integrierenden Vorrichtung die mittlere räumliche Lichtstärke von Lampen von 100 HK aufwärts gemessen werden; eine obere Grenze besteht nicht, da eine beliebig starke Vergleichslampe gewählt werden kann. Der Abstand der zu prüfenden Lampe vom Photometerkopf mußte mindestens 175 cm sein, weil sonst wieder Schattenbildung auf der Gipsplatte im Photometerkopf eintrat. Der Photometerkopf könnte leicht so abgeändert werden, daß die Gipsplatte unverändert belassen und dadurch die mittlere Lichtstärke von Lampen von 16 HK aufwärts geprüft werden kann. Man brauchte nur das prismatische Gehäuse, in welchem sich die Gipsplatte befindet, zu beseitigen und beiderseits an die Platte einen Blechtrichter anzusetzen, der sich nach außen erweitert, und dessen Achse mit der Achse der Photometerbank zusammenfällt. Die Weite des Trichters muß so gewählt sein, daß sich, von einer beliebigen Stelle der Gipsplatte aus gesehen, die Gipsplatten der integrierenden Vorrichtung und die Vergleichslampe L, bei gewöhnlichen Photometrierungen jedoch beide Lampen, vollständig im Gesichtsfelde befinden.

Zum Zwecke der Bestimmung der Konstante des integrierenden Photometers wurde die mittlere räumliche Lichtstärke einer 220 V 200 HK-Wotan-Lampe in gewöhnlicher Weise durch Messung der Lichtstärke in verschiedenen Richtungen bestimmt. Die Lampe hatte eine Birne aus Milchglas. Auf der Seite der Lampenspitze wurde eine mittlere halbräumliche Lichtstärke von 166,6, auf der Seite des Lampensockels von 150,8 HK gefunden, woraus sich eine mittlere räumliche Lichtstärke von 158,7 HK bei 220 V ergab; die Lichtaussendung um die Lampenachse herum war gleichförmig. Diese Lampe wurde in die integrierende Vorrichtung eingesetzt. Als Vergleichslampe diente eine kleine Kohlenfadenlampe, welche bei 12 V Spannung eine Lichtstärke $J = 1{,}314$ HK hatte.

Bezeichnet man mit r den Abstand der Vergleichslampe vom Photometerkopf, so ist die auf der Gipsplatte desselben erzeugte Beleuchtungsstärke $e = \frac{J}{r^2}$ Lux. Die Entfernung der Lampe in der integrierenden Vorrichtung vom Photometerkopf sei d. Hätte die Lampe auf direktem Wege Licht zum Photometerkopf entsendet, so wäre ihre Lichtstärke gleich $\frac{J}{r^2} \cdot d^2$. Da die Lampe nur auf dem Wege über die Gipsplatten Licht zum Photometerkopf entsendet, hat man diesen Wert mit einem Faktor k zu multiplizieren, um die mittlere räumliche Lichtstärke zu erhalten; es folgt daher:

$$J_m = k \cdot \frac{J}{r^2} \cdot d^2 .$$

In der Formel sind alle Größen außer k bekannt; es kann daher k gefunden werden:

Für $d = 175$ cm war $e = 2{,}411$ Lux, $k = 21{,}50$,
für $d = 200$ cm war $e = 1{,}919$ Lux, $k = 20{,}67$.

Die Messungen wurden bis $d = 375$ cm fortgesetzt, doch war bei den Werten des d von etwa 275 cm an die auf die Gipsplatte im Photometerkopf auffallende Lichtmenge zu gering und daher auch die Messung etwas ungenau; bei $d = 375$ cm war $e = 0{,}590$ Lux. Störend wirkten auch die Schwankungen der Spannung des Stromnetzes, an welches die Lampe angeschaltet war, da es unmöglich war, die Lampenspannung ganz konstant zu halten. Die e-Kurve verläuft hyperbolisch, die k-Kurve sinkt anfänglich und verläuft dann parallel zur Abszissenachse.

Um in einem größeren Bereiche den Wert der Konstanten k genauer zu finden, wurde eine 110 V 3000 HK Nitra-Lampe verwendet, welche von einer Akkumulatorenbatterie Strom erhielt. Da die Lampe um die Vertikale herum keine gleichförmige Lichtaussendung hatte und nicht gedreht werden konnte, wurde sie während der Messungen in unveränderter Stellung belassen. Als Vergleichslampe diente eine Tantallampe von 110 V 30 HK. Diese wurde bei den Versuchen bis $d = 375$ cm auf eine Spannung von 110 V eingestellt und hatte hierbei 23,70 HK; bei größerem d wurde die Spannung auf 75 V herabgesetzt, wobei die Lampe 6,74 HK hatte.

Bei der Entfernung $d = 200$ cm war $r = 86{,}5$ cm und daher $e = \frac{23{,}70}{0{,}865^2} = 31{,}68$ Lux.

Mit Benutzung des früher bei $d = 200$ gefundenen Wertes $k = 20{,}67$ folgt:

$$J_m = 20{,}67 \times 31{,}68 \times 2^2 = 2619 \text{ HK}.$$

Unter Zugrundelegung dieses Wertes wurden Messungen bei verschiedenen Entfernungen d gemacht. Die e-Kurve verlief vollständig regelmäßig, die k-Kurve stimmte mit der bei Benutzung der 220 V-Wotan-Lampe erhaltenen Kurve überein. Der Verlauf der k-Werte ist folgender:

$d = 175$ cm	$k = 21{,}29$
200 „	20,67
225 „	20,16
250 „	19,76
275 „	19,44
300 „	19,17
325 „	18,99
350 „	18,91
375 „	18,89
400 „	18,88
425 „	18,88
450 „	18,88

Die Nitra-Lampe wurde bei Wahl der Entfernung $d = 200$ cm aus ihrer ursprünglichen Stellung schrittweise um je 10^0 um die vertikale Achse gedreht, und es wurde mit Benutzung des Wertes $k = 20{,}67$ folgende Lichtstärken erhalten: 2619, 2646, 2521, 2573, 2515, 2442, 2486, 2527, 2515, 2482, 2466, 2442, 2416, 2442, 2505, 2515, 2505, 2486.

Als Mittelwert der räumlichen Lichtstärke ergibt sich: 2506 HK.

Wenn die halbräumliche Lichtstärke einer Lampe bestimmt werden soll, hat man den Schirm (Abb. 4) zu benutzen und die Lichtstärke nach der Formel

$$J_m = 2\,k \cdot \frac{J}{r^2} \cdot d^2$$

zu berechnen.

Die Konstante k kann, wenn eine Glühlampe großer Kerzenstärke wie die bei den Versuchen benutzte Nitra-Lampe zur Verfügung steht, ohne Benutzung einer Lampe mit bekannter räumlicher Lichtstärke auch in folgender Weise gefunden werden. Man verhülle von den 40 Gipsplatten der integrierenden Vorrichtung alle mit Ausnahme von je 2, die sich auf einer Seite über und unter der Horizontalen befinden, so daß im ganzen nur diese 4 Gipsplatten wirksam sind. Unter Benutzung einer passenden Vergleichslampe ist eine photometrische Messung auszuführen. Hierauf verhüllt man auch die 4 Gipsplatten, entfernt den Schirm S aus der integrierenden Vorrichtung und dreht die Lampe um 90^0, so daß sie nun auf direktem Wege dasselbe Licht zum Photometerkopf entsendet, welches sie früher in der Richtung zu den 4 Gipsplatten aussendete. Es ist wieder die photometrische Messung zu machen. Der Wert k wird erhalten, wenn man die Verhältniszahl der beiden gefundenen Werte durch 10 dividiert, da die integrierende Vorrichtung nicht 4, sondern 40 Gipsplatten hat.

Digitized by Google

Das Verhalten des nach Y/Y geschalteten Kerntransformators bei einspuliger Last und bei Defekt.

Von Ing. **Richard Bauch**, Charlottenburg.

(Schluß von S. 248.)

Es ist bekannt, daß zwischen Primär- und Sekundärspule auf jedem Transformatorschenkel eine Streuung entsteht, die annähernd proportional und in Phase mit der Sekundär-MMK ist. Die momentane Summe beider MMKe ist diejenige MMK, die den magnetischen Fluß durch den Eisenkern sendet. Die eben genannte Streuung tritt nun naturgemäß auch auf, wenn ein Teil der Transformatorwicklung defekt wird. Sie ist in Phase mit der MMK des Defektes, da letztere der Sekundär-MMK eines belasteten Transformators im vorliegenden Falle entspricht. Es entsteht aber außerdem noch die von mir mit dem Namen Jochstreuung bezeichnete Erscheinung. Diese Jochstreuung ist, wie die Formeln ergeben, ebenfalls in Phase mit der MMK des Defektes. So klar und durchsichtig der rein mathematische Begriff ist, so schwierig ist die bildhafte Darstellung, besonders da die normalen Flüsse in den 3 Schenkeln eines Drehstromtransformators um je 120° verschoben sind. In den Abb. 15 bis 17 ist der Versuch gemacht, diese Vorgänge bildhaft darzustellen. Abb. 15 zeigt

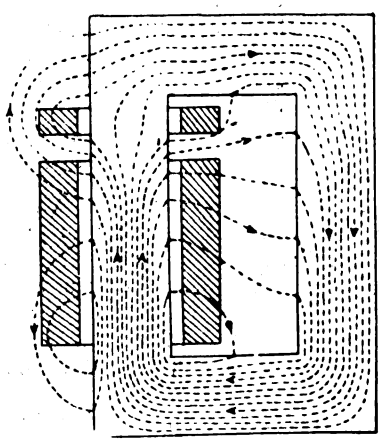


Abb. 15. Einfluß der Defekt-MMK bei Erregung eines Schenkels.

eine Spule mit einem Defekt am einen Ende. Dieser Teil der defekten Windungen ist etwas von dem gesunden Teil abgerückt dargestellt. Dabei ist angenommen, daß die Defekt-MMK um nahezu 90° gegen die Spannung durch den Streufluß verschoben ist. Die tatsächlich vorhandenen Kraftlinien treten z. T. zwischen dem Defekt und dem gesunden Teil aus dem Kern aus, um durch das Fenster in den anderen Schenkel bzw. das Joch überzugehen, z. T. treten sie an der Außenwand des Schenkels aus, um nach Umgehung des defekten Teils wieder in das Joch zurückzukehren. Ein anderer Teil der Kraftlinien tritt bereits durch den Windungszylinder des gesunden Teiles hindurch in das Fenster bzw. die Umgebung.

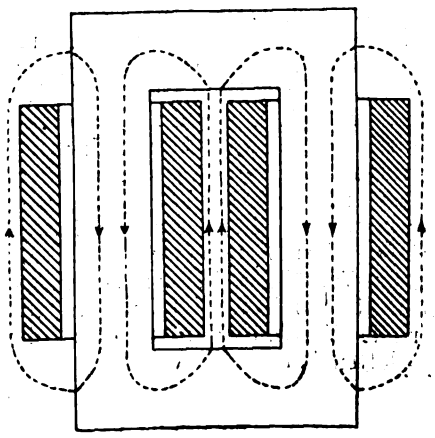


Abb. 16. Zwei gleichgerichtete MMKe auf einem Transformator.

Abb. 16 zeigt den Fall zweier Spulen mit gleich gerichteten MMKen. Bei einer derartigen Erregung des Transformatoreisens können sich die Kraftlinien nicht im Eisen schließen, sondern müssen einen Schließungsweg durch die Luft suchen, wie durch die punktierten Linien angedeutet. Nimmt man auch für diese Erregung die Phasenverschiebung zu 90° an, dann sind die Flüsse der Abb. 15 und 16 phasengleich. Beide werden sich dann zusammensetzen, u. zw. derart, daß sie sich in dem linken Schenkel entgegenwirken und im rechten Schenkel zueinander addieren. Bei den tatsächlichen Verhältnissen ist die Verschiebung der Defekt-MMK gegen die Netz-Sternspannung nicht 90°. Der Erfolg ist aber derselbe, daß nämlich beim Einphasentransformator der Schenkel mit dem Defekt weniger Kraftlinien und der ohne Defekt mehr Kraftlinien als im gesunden Zustande führt. Es wird also die EMK in der defekten Spule unter dem normalen Wert und die auf dem gesunden Schenkel über dem normalen Wert sein. Die Summe beider ist — abgesehen vom Widerstandsverlust — gleich dem normalen Wert.

Man sieht aus dem Vergleich der Abb. 15 bis 17, daß die Spulenstreuung die Jochstreuung unterstützt. Diese Unterstützung hängt von dem räumlichen Sitz des Defektes ab. Sowohl das Kraftlinienbild als auch die Größe der Spulenstreuung ändert sich mit der räumlichen Verschiebung des Defektes von einem

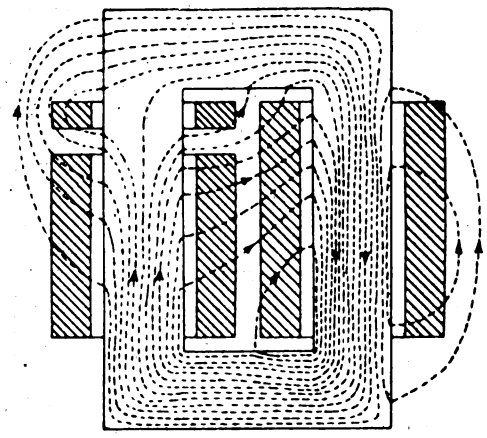


Abb. 17. Einfluß der Defekt-MMK bei Erregung beider Schenkel.

Spulenende zur Mitte der Spule. Bei einer weiteren Verschiebung treten dann die Vorgänge gewissermaßen als Spiegelbild auf. Wo aber auch der Defekt sitzen mag, stets sind die EMKe auf beiden Schenkeln verschieden groß. Dies ist selbst dann der Fall, wenn die Spulenstreuung — vielleicht dadurch, daß der Defekt in der Mitte des Schenkels sitzt — ohne Einfluß sein sollte, denn dann ist die Jochstreuung allein vorhanden. Ein gegenseitiges ganzes oder teilweises Aufheben beider Streuungen ist aber ausgeschlossen, weil sie annähernd phasengleich sein müssen, so daß — wie bereits gesagt — das Streubild, abgesehen von der Pfeilrichtung, das Spiegelbild des gezeichneten ist, wenn der Defekt beispielsweise am unteren Ende des linken Schenkels sitzt.

Es sei noch einiges über die Vergrößerung der — von der Jochstreuung induzierten — EMK durch die Spulenstreuung gesagt.

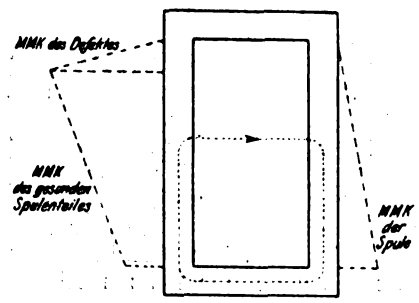


Abb. 18. Verteilung der MMKe bei Defekt.

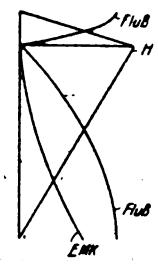


Abb. 19. Verteilung von Dichte, Fluß und EMK auf dem defekten Schenkel.

Während unter normalen Verhältnissen die Spulenstreuung nur einen geringen Querschnitt zur Verfügung hat, und mehrere solcher Streuwege — z. B. bei Scheibenwicklung — parallel geschaltet sind, verteilt sich bei einem Windungsschluß die Spulenstreuung über die ganze Länge des von dem Defekt betroffenen Schenkels. Die MMK, die die Streuung erzeugt, hat ihren größten Wert an der Stelle, an der die geschlossene Windung an den gesunden Teil der Spule grenzt. Von hier aus nimmt sie beiderseits bis auf Null ab. Gesetzt den Fall, der Windungsschluß wäre nahe dem Eisenjoch eines Einphasentransformators aufgetreten (Abb. 18), dann nimmt die MMK des Defektes selber von ihrem Maximum bis zu Null an dem benachbarten Joch ab. Da beide Schenkel diese Defekt-MMK ausbalanzieren müssen, so nimmt die MMK der Spulen auf nahezu der ganzen Länge beider Schenkel von ihrem Maximum bis Null ab. In Abb. 18 ist die räumliche Änderung der MMK durch die schrägen Linien an den Außenkanten des Transformatorbildes angedeutet.

Wie man sieht, besteht an dem, dem Defekt abgewendeten, Joch auf beiden Schenkeln die MMK 1/3 der gesamten MMK. Da auf beiden Schenkeln größtenteils eine magnetische Potentialdifferenz besteht, so entsteht eine Streuung von Schenkel zu Schenkel, deren Dichte proportional der Differenz der MMKe ist, die zwischen 2 korrespondierenden Punkten der beiden Schenkel besteht. Die Dichte nimmt infolgedessen stetig von einem Maximum in der Nähe des Defektes bis zu Null nahe dem anderen Joch ab (*H* in Abb. 19). Diese Streulinien schließen sich nun auf dem durch eine punktierte Linie angedeuteten magnetischen Kreiswege.

Der durch jede einzelne Windung der gesunden Spule hindurchgehende Fluß nimmt wegen der stetigen Änderung der Streudichte nicht stetig von dem einen Joch zum anderen Joch hin zu. Er ändert sich vielmehr nach einer Kurve, die nahe den Jochen ihr Maximum hat. Für die Berechnung, der durch die Spulenstreuung induzierten EMK müssen wir den mittleren Fluß desselben in Rechnung setzen. Dieses Mittel ist proportional 1/3 des Maximums der Dichte. Es hängt also der Fluß der Spulenstreuung von derselben MMK ab, wie die Jochstreuung. Da nun aber die Spulenstreuung im großen und ganzen senkrecht zu der Jochstreuung verläuft, d. h. in Richtung des kleineren Maßes eines zwischen Schenkeln und Jochen liegenden Fensters, während die Jochstreuung in Richtung des größeren Maßes verläuft, so ist daraus ohne weiteres klar, daß im allgemeinen die Spulenstreuung größer sein muß als die Jochstreuung. Beim

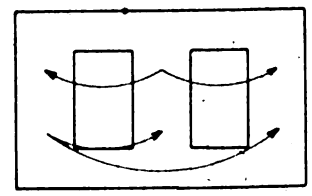


Abb. 20. Teilwege der Spulenstreuung bei einem Drehstromtransformator.

Drehstromtransformator, Abb. 20, verteilt sich die gesamte Jochstreuung auf alle 3 Schenkel gleichmäßig, so daß in jeder Spule nur 1/3 derselben in Rechnung zu setzen ist; die Spulenstreuung bei Defekt dagegen hat — wenigstens bei einzelnen Teilwegen — mehrere gleichartige Wege parallel geschaltet, die in Abb. 20 durch die gebogenen Linien angedeutet sind. Befindet sich der Defekt auf dem mittleren Schenkel, dann sind 2 gleichwertige Wege nach jedem der beiden Außenschenkel parallel geschaltet. Bei einem Defekt auf einem Außenschenkel läuft der Fluß nun allerdings nur durch einen Hohlraum zwischen 2 Schenkeln. Dafür sind aber die Wege zwischen den Stirnflächen der Schenkel parallel geschaltet.

Digitized by Google

Überschlägige Rechnungen haben ergeben, daß man die für einen Einphasentransformator berechnete Spulenstreuung ungefähr mit 1,5 multiplizieren kann, um annähernd den beim Drehstromtransformator mittleren Wert aus den beiden Fällen zu erhalten, daß der Fehler auf der Innen- oder einer Außenspule sitzt. Dieselben überschlägigen Rechnungen haben weiter ergeben, daß die Spulenstreuung bei einem Defekt ungefähr 6- bis 8-mal so groß ist, als die Jochstreuung. Infolgedessen ist die Nullpunktsverschiebung erheblich größer als aus der Berechnung der Jochstreuung allein folgt.

Die Nullpunktsverschiebung E_e steht senkrecht auf dem sekundären Strom, wenn man unter Sekundärstrom auch den Strom im defekten Teil der Spule versteht. Dieser Sekundärstrom muß, da der Schließungswiderstand, nämlich der Übergangswiderstand im Defekt selber vollkommen induktionsfrei ist, in Phase sein mit der EMK, die von dem resultierenden Fluß induziert wird. Dieser resultierende Fluß setzt sich zusammen aus dem Streufluß, der E_e induziert, und jenem — von der wattlosen Komponente des Primärstroms erzeugten — Fluß, der nur durch die Eisenwege des Transformators verläuft. In dem Diagramm müssen also 2 Komponenten, nämlich die Streu-EMK und die zur Überwindung des Ohmschen Widerstandes im Defekt erforderliche EMK derart senkrecht aufeinander stehen, daß erstere um 90° hinter letzterer zurückbleibt. Die Resultante beider ist dann die Gegen-EMK. Da letztere annähernd um 180° gegen die aufgedrückte Sternspannung verschoben ist, muß die Streuspannung vor der aufgedrückten Sternspannung voreilen (Abb. 21). Letztere Komponente wird vom Sekundärstrom induziert. Erstere, nämlich die der Netz-Sternspannung entgegen

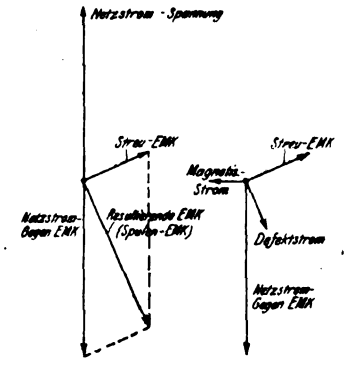


Abb. 21. Abb. 22.

Grundlagen für das Diagramm.

gerichtete Komponente, erfordert — da keine MMK weiter frei ist — die Aufnahme eines sie veranlassenden Magnetisierungsstromes aus dem Netz. Da nun diese Komponente gleich und gleichgerichtet der Netz-Sternspannung ist, so behält der Magnetisierungsstrom auch bei Defekt dieselbe Größe und Richtung wie bei Leerlauf[1]), d. h. er muß um 90° der in Rede stehenden Komponente voreilen (Abb. 22). Diese Netzstern-Gegen-EMK erfährt eine geringfügige Verschiebung gegen den negativen Wert der aufgedrückten Sternspannung durch den Spannungsverlust des Primärstromes, der zum Balanzieren der sekundären MMK dient. Dieser Spannungsverlust liegt auf derselben Linie, wie die resultierende Spulen-EMK, und muß im Diagramm zu ihr addiert werden. Aus den 4 Größen, Spannungsverlust des Magnetisierungsstromes, Spannungsverlust der primären Komponente des Laststromes, sekundärer Spannungsverlust des Laststromes — also Spulen-EMK- und Streu-EMK ergibt sich dann die tatsächliche Sternspannung der Primärspule. Die letzten 3 Größen sind auf 2 Linien bezogen, die senkrecht aufeinander stehen; nur die erstere tut dies nicht. Für die Konstruktion des Diagramms ist dies unhandlich. Wir zerlegen sie deshalb in 2 Komponenten, deren eine mit den Spannungsverlusten in Phase ist und deren andere mit der Streu-EMK in Phase ist. Wir erhalten dann 2 Strecken, deren eine in eine Richtung mit dem Vektor der Streuungen fällt und deren andere senkrecht auf ihm steht. Das Dreieck der Leerstromkomponenten muß ähnlich sein dem Dreieck der EMK-Komponenten und um 90° gegen dasselbe gedreht sein, so daß die der Spulen-EMK proportionale Komponente des Leerstromes in einer Richtung mit dem Vektor der Streu-EMK und die der letzteren proportionale Stromkomponente in Richtung des Vektors der Spulen-EMK fällt.

Um also ein Diagramm der belasteten einen Spule zu konstruieren, addieren wir einmal:

Sekundären Spannungsverlust (= Spulen-EMK) auf die Primärseite reduziert $O_0 V_4 = O_f V_3$,

Spannungsverlust des Laststromes primär $V_3 V_2$,

Spannungsverlust der den Streuungen entsprechenden Komponente des Magnetisierungsstromes $V_1 V$,

und ein anderes Mal:

Streu-EMK $O_0 O_f$,

Spannungsverlust der, der resultierenden EMK entsprechenden, Komponente des Magnetisierungsstromes $O_f O_1$

Da sämtliche dieser Größen — mindestens indirekt — abhängig sind von dem sekundären Laststrom, genügt es, wenn man die betreffenden Konstanten, ohne sie mit Stromwerten zu multiplizieren, in der angegebenen Weise addiert. Das Verhältnis beider Summen gibt uns dann die Tangente des Winkels, um den die resultierende EMK gegen die Netzsternspannung verschoben ist. Wenn wir diesen Winkel von der betreffenden Ecke des Spannungsdreiecks abtragen, ist der Schnittpunkt eines freien Schenkels mit einem über der Netz-Sternspannung geschlagenen Halbkreis der Endpunkt jenes Vektors, der die Summe der 3 zuerst genannten Größen darstellt. Die Verbindungslinie zwischen ihm und dem Nullpunkt der Netzspannungen ist dann die Summe der letztgenannten beiden Größen. Auf ihr tragen wir vom Nullpunkt aus die Streuspannung $O_0 O_f$ ab. In den beiden übrigen Spulen tritt die Streu-EMK ebenfalls auf. Außerdem führt jede derselben den halben Primärstrom des defekten Schenkels. Als einzige, von den Eigenschaften beider intakter Schenkel abhängige, Größen kommen die beiden Leerströme dieser Schenkel in Frage. Jeder derselben hat nur denjenigen Betrag an Kraftlinien aufzubringen, der aus der Leer-Sternspannung sich ergibt, da ja die Streuspannung von der MMK des Defektes selber aufgebracht wird. Dieser Leerstrom setzt sich aus 2 Teilen zusammen, deren einer der halbe Magnetisierungsstrom der dritten Spule ist, und deren anderer von der aufgedrückten Dreieckspannung abhängt. Die Komponente, die aus dem Leerstrom der defekten Spule folgt, ist bereits in dem Strom dieser Spule enthalten. Wir tragen deshalb von den beiden unteren Punkten des Spannungsdreiecks den halben Spannungsverlust $U U_2$ der Primärspule ab, verbinden die so gewonnenen neuen Punkte und schlagen über diese Verbindungslinie mit ¼ ihrer Länge als Radius 2 Halbkreise, die uns bekannterweise den Spannungsverlust $U_2 U_3$ infolge des aus der Netzspannung folgenden Leerstromes geben, da jede Spule als Komponente ihrer eigenen EMK nur die halbe Dreieckspannung aufbringen muß. Verbinden wir die durch diese Halbkreise gewonnenen neuen Punkte mit dem Endpunkt der Streu-EMK, dann geben uns diese Verbindungslinien Größe und Richtung der EMKe in diesen beiden Spulen $O_f U_3$ und $O_f V_3$.

Für primären Defekt muß der Spannungsabfall im defekten Teile von dem Spannungsverlust der ganzen gesunden Spule abgezogen werden, d. h. die betreffende Länge muß im Diagramm in entgegengesetzter Richtung abgetragen werden.

Abb. 23 zeigt das Diagramm für sämtliche Größen. Unbedingt richtig ist es nur innerhalb der Grenzen, in denen die Änderung von μ keinen großen Einfluß hat. Es gilt sowohl für

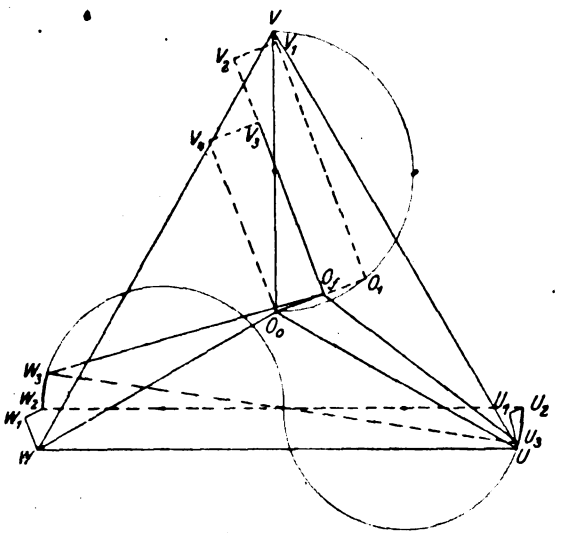


Abb. 23. Diagramm des einspulig belasteten Drehstromtransformators bei Y/Y-Schaltung.

das Verhalten des Transformators bei fehlerhaftem Schluß von nur wenig Windungen einer Spule als auch bei einspuliger Nutzlast, d. h. für $x = 1$.

Dadurch, daß das Ende der Streuspannung sich auf einen Kreisbogen bewegt, ändern sich die EMKe der beiden gesunden Spulen zuerst in verschiedener Weise. Diejenige, die die voreilende Sternspannung aufgedrückt erhält, nimmt zuerst bis zu einem Minimum ab; dieses Minimum beträgt 83%. Von hier aus wächst die EMK bis zu einem Maximum, das theoretisch, d. h. ohne Spulenwiderstand, das $\sqrt{3}$-fache der Netz-Sternspannung beträgt. Dieses Maximum wird nicht erreicht, weil die Spulen Widerstand haben. Die EMK der Spule, die eine nacheilende Spannung aufgedrückt erhält, steigt zuerst stetig, um dann langsam zu dem 1,82-fachen der Netz-Sternspannung umzubiegen und theoretisch bis zum Wert $\sqrt{3}$ abzunehmen. Durch den Einfluß des Widerstandes werden diese Werte ebenfalls nicht erreicht. Die Streuspannung selber wächst theoretisch bis zum Vollastwert der Netz-Sternspannung. Der primär auf dem defekten Schenkel aufgenommene Strom wächst theoretisch bis etwa zum Nennstrom. Der Strom, der primär von dem voreilenden Schenkel aufgenommen wird, sinkt zuerst auf ein Mimimum, das in unserem Fall 9% des Nennstromes ist, um dann zu wachsen. Die Ströme der beiden gesunden Schenkel erreichen dann maximal unter der genannten Einschränkung, daß μ konstant ist, nicht ganz den Nennstrom.

Die Tatsache, daß μ nicht konstant ist, ändert die Stromverhältnisse. Da moderne Transformatoren normalerweise in der Nähe des Knies der Magnetisierungskurve arbeiten, so liegt die bei Überschlag theoretisch mögliche $\sqrt{3}$-fache Spannung bereits in der oberen Hälfte der Magnetisierungskurve, d. h. die Dichte dieses Schenkels nähert sich stark der sogenannten Sättigung. Man kann deshalb ohne weiteres annehmen, daß hierfür der Magnetisierungsstrom ein vielfaches des Nennstromes betragen würde. Um beurteilen zu können, wann man diesen Wert erwarten kann, müssen wir uns über die voraussichtliche Größe des Defektstromes für einen fehlerhaften Schluß von z. B. 1% der Windungszahl einer Spule Klarheit verschaffen.

Der Verlauf eines Transformatordefektes und seiner Äußerung sind etwa folgende: Eine Windung in der Nähe der Klemme wird punktiert. Durch diese Punktierungsstelle fließt

[1]) Unter der eingangs aufgestellten Einschränkung der physikalischen Voraussetzungen.

Digitized by Google

ein sehr schwacher Strom von der Betriebsfrequenz, der die Leitfähigkeit der Punktierungsstelle durch Verkohlen der Isolation allmählich erhöht; hierdurch wächst der Fehlerstrom. Dieser Vorgang kann tagelang dauern. Wird während dieser Zeit der Transformator abgeschaltet, dann ist es möglich, daß das infolge Abkühlung in die Punktierung eindringende Öl den Fehler wieder ausheilt. Es ist aus der Praxis bekannt, daß ein Transformator mit dem für Punktierung charakteristischen, schwach knisternden Geräusch nach einer Betriebspause vollkommen gesund zu sein scheint. Bleibt er ununterbrochen im Betrieb, dann wächst sich der Fehler langsam bis zu einer kritischen Größe aus, wobei er auf dem kleinen Raum der Punktierung seine ganze Energie entwickelt. Er verursacht dort ein Anschmelzen des Kupfers, so daß der Transformator nach dem Kern durchschlägt. Damit wird sprunghaft das Verhalten verändert, indem jetzt der Nullpunkt direkt an eine Klemme gelegt ist. Es entsteht also erst beim Überschlagen Überstrom, teils verursacht durch den Defekt selber, teils verursacht durch die Änderung der Permeabilität, die ein übermäßiges Anwachsen des Magnetisierungsstromes zur Folge hat, weil jetzt die EMKe der beiden gesunden Spulen den $\sqrt{3}$-fachen Wert der normalen Sternspannung erreichen.

Betrachten wir den Zeitpunkt kurz vor dem Überschlag etwas eingehender: Man kann annehmen, daß bei längerer Stromdauer der Schmelzpunkt für Kupferwicklung höchstens beim 10-fachen Nennstrom erreicht wird. Bedenkt man, daß der größte Teil der Defektenergie an der Übergangsstelle verbraucht wird, dann ist selbst nur der 5-facheNennstrom in einer Windung von einer beträchtlichen Energiemenge begleitet. In diesem Falle würde in unserem Beispiel die EMK der defekten Spule 1% der Netz-Sternspannung sein, was bei 150 kVA Nutzleistung des Transformators 2,5 kW entspricht. Diese Leistung ist fast ausschließlich auf den kleinen Raum der Punktierung begrenzt, da hier fast die ganze EMK verbraucht wird, aber am Betriebswattmeter, dessen Skala bis zu rd 225 kW gehen muß, nicht wahrnehmbar. Ebenso wenig zeigen die A-Meter etwas außergewöhnliches an, da infolge des hohen Übersetzungsverhältnisses von 1/0,01 zwischen gesunden und defekten Windungen nur 3,33 bzw. 1,66% des Nennstromes durch sie als primäre Anteile des Defektstromes hindurchgehen.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Elektrische Wärmeerzeugung für industrielle Anlagen.

[Schweiz. Bauztg., Bd. 71, S. 181, 10 Sp., 13 Abb.]

F. Rutgers weist auf die Vorzüge elektrischer Wärmeerzeugung für industrielle Betriebe hin, welche gerade in jetziger Zeit, wo Kohlenmangel und -teuerung herrschen, von großer Bedeutung besonders da sind, wo Wasserkräfte zur Verfügung stehen. Das theoretische Verhältnis der Wärmemengen aus 1 kg Kohle und aus 1 kWh beträgt zwar 8 : 1, und man rechnet wegen des besseren Wirkungsgrades der elektrischen Heizung mit einem Verhältnis von 6 : 1, es dürfte also 1 kWh nur 1/6 des Preises von 1 kg Kohle kosten, um rationell elektrisch heizen zu können. Bei näherer Prüfung ergibt sich indessen, daß man mit Verhältnisziffern von 4 : 1 bis 3 : 1 oder mit noch weniger rechnen kann, da, wo Wärmemengen nur während gewisser Tages- oder Jahreszeiten gebraucht werden, und wegen der steten Betriebsbereitschaft Dampfkessel dennoch dauernd in Betrieb gehalten werden müssen. Hier können sogar Fälle eintreten, wo die elektrische Heizung sich billiger stellt als die Dampfheizung.

Der Verfasser beschreibt sodann einige Ausführungsformen von elektrischen Wärmeerzeugern der Maschinenfabrik Oerlikon. Abb. 1 zeigt einen elektrisch geheizten Durchflußkessel zum Aufheizen oder Speisen von „Boilern" für

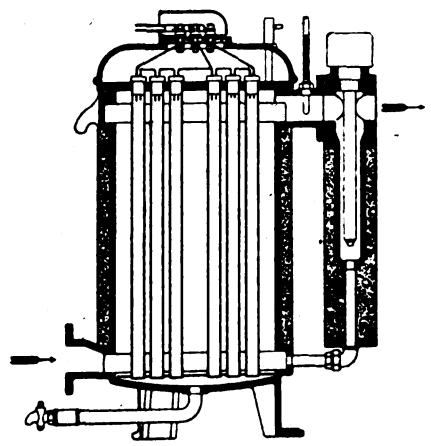


Abb. 1. Elektrisch geheizter Durchflußkessel mit angebautem Temperaturbegrenzer.

Brauereien, Färbereien, Wäschereien. chemischen Fabriken, Bädern o. dgl.; sie können auch in Verbindung mit Zentralheizungen benutzt werden[1]) und werden meist mit Nachtstrom betrieben.

Zur Erwärmung von Luft für Trockenzwecke in Gießereien wird die in Abb. 2 dargestellte Form eines tragbaren Apparates benutzt. Er enthält Gußheizkörper und einen Ventilator und hat vor den bisher benutzten tragbaren Koksöfen den Vorzug, die Arbeiter nicht durch schädliche Gase zu belästigen. Statt 1 kg Koks sind 3 bis 4 kWh erforderlich.

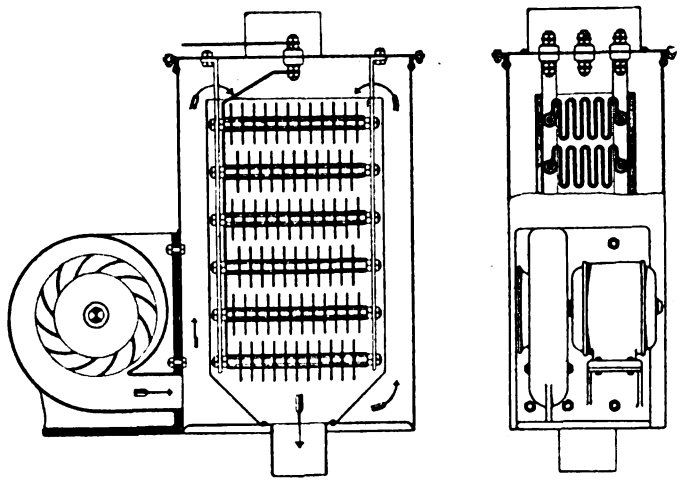


Abb. 2. Tragbarer Lufterhitzungsapparat für Gießereien.

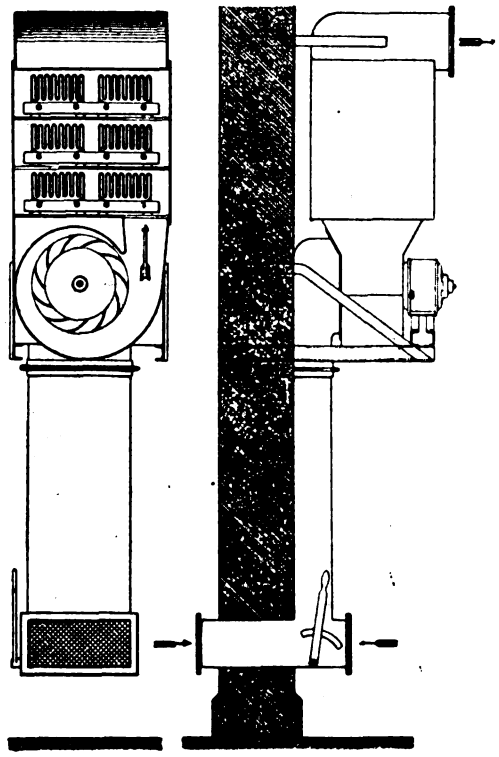


Abb. 3. Apparat für elektrische Zirkulations-Luftheizung in Werkstätten.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 181.

Abb. 3 zeigt einen Apparat für Zirkulationsluftheizung in Werkstätten.

Zum Schlusse gibt der Verfasser noch ein einfaches Verfahren zur überschläglichen Ermittlung des Energiebedarfs für elektrische Erwärmung von Kesseln nach der Methode der Abkühlungskurve. *Ptz.*

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Kupferersatz bei Freileitungen.

[Bulletin des S. E. V., Bd. 7, S. 117.]

Die gegenwärtig starke Zunahme der Stromabnehmer der schweizerischen Elektrizitätswerke, verursacht durch die erschwerte und verteuerte Einfuhr von Leucht- und Brennstoffen, hat wegen der schwierigen Beschaffung von Kupfer für die Freileitungen das Generalsekretariat des S. E. V. veranlaßt, Untersuchungen über Kupferersatz anzustellen. Den Elektrizitätswerken wird empfohlen, das Beispiel des Elektrizitätswerks des Kantons Zürich zu folgen und überflüssig starke Kupferleitungen durch dünnere zu ersetzen. In den weitverzweigten Niederspannungsortsnetzen, welche für Kohlenfadenlampen reichlich berechnet waren, steckt sehr viel überflüssiges Kupfer, welches vielfach gut durch Eisen ersetzt werden kann.

A. Burri berichtet über die Freileitungen im Kanton Zürich. Über 100 km Leitungen von 4 mm Durchmesser können durch Eisen ersetzt werden. Das Kupfergewicht von 33 t in einem Werte von 100 000 Fr kann durch Eisen im Werte von 13 000 Fr ersetzt werden. Die Baukosten rechnet er zu 180 Fr/km, gleich 12 000 Fr. Die Ersparnis wäre: 33 t Kupfer für anderweitige Zwecke und gleichzeitige Verminderung des Kontos der Leitungen mit 75 000 Fr. In Niederspannungsnetzen sind auch bedeutende Ersparnisse zu erzielen. Die Netze für Licht sind früher für 50 W/Lampe und für 60 bis 70% des Gesamtanschlusses als gleichzeitige Höchstbelastung berechnet. Heute rechnen wir mit 25 W/Lampe und als Höchstbelastung 40% des Anschlußwertes. Man kann auch für Metalldrahtlampen 4% Spannungsschwankung gegen früher bei Kohlefadenlampen höchstens 2 bis 3% zulassen. Die meisten Niederspannungsnetze aus den Jahren 1907 bis 1911 haben doppelt so starke Querschnitte wie erforderlich, und eine Nachrechnung wäre sehr zu empfehlen.

Dr. Wyssling berichtet über die Möglichkeit des Ersatzes von Kupferleitungen durch Aluminium. Der Grund des Mißtrauens in Europa gegenüber Aluminium für Freileitungen liegt meistens in den ungünstigen Ergebnissen einiger anfänglich unsachgemäß ausgeführter Anlagen. In Amerika haben die Aluminiumfabrikanten sich der Freileitungsfrage eifrig angenommen, haben Errichtungsregeln aufgestellt und auch Garantien übernommen, und man ist dort zu sehr günstigen Ergebnissen gekommen. Aluminium ist sehr wetterbeständig und wird in gewöhnlichen Fällen weniger als Kupfer von der Luft angegriffen. Die Société Electro Metallurgique Française gibt Aluminium das Zeugnis der Wetterbeständigkeit in Salzluft, die Ontario Anlage, Canada, ebenfalls für die Wetterbeständigkeit gegen Lokomotivrauch. Wo Chlor, Salz- oder Schwefelsäuredämpfe vorkommen, darf Aluminium nicht verwendet werden. Für Aluminium besteht noch kein einfaches Lötverfahren, die Verbindungsarten auf anderem Wege durch Klemmen usw. sind aber gut ausgebildet. Aluminium ist weicher als Kupfer, die Errichtung der Leitungen muß sorgfältig und vorsichtig geschehen, und Stellen verminderter Bruchfestigkeit infolge Fabrikationsfehlers müssen sorgfältig ausgemerzt werden.

Das spezifische Gewicht von Aluminium ist 2,70 bis 2,85 und etwa gleich einem Drittel des von Kupfer (8,9); der spezifische Widerstand des Aluminiums ist gleich 0,024 bis 0,03, also rd 1,6 mal so groß als der des Kupfers. Für eine Freileitung gleichen Widerstandes ist demnach ein rd 1,6 mal größerer Querschnitt zu verlegen, der aber nur rd halb so viel, also $\frac{1{,}6 \cdot 2{,}78}{8{,}9} = \frac{1}{2}$ wiegt. In dieser Zahl liegt das Maß für den Preis, den man wirtschaftlich für das Aluminium noch bezahlen kann, und der also auf 1 kg bezogen rd das Doppelte dessen betragen darf, was man für Kupferdrähte zahlen muß[1]). Die Zerreiß-

[1]) Anm. d. Ber. Der Friedenspreis der Leitungen ist etwa gleich 1/3 der Kosten der gesamten Freileitung. Der doppelte Kilopreis wäre deshalb ein sehr ungenauer Wert für den wirtschaftlichen Vergleich.

Digitized by Google

festigkeit des Aluminiums beträgt 15 bis 20 kg/mm² gegen 30 bis 40 bei halbharten Kupferdrähten, also etwa halb so viel wie bei letzteren[1]). Es wäre ein Irrtum, daraus zu schließen, daß die Solidität der Aluminiumleitungen nur halb so groß sei wie bei den Kupferleitungen. Die Leichtigkeit der Aluminiumleitung bewirkt, daß die Sicherheit gegen Bruch durch reine Eigenlast an sich $0{,}5 \cdot 3 = 1{,}5$ mal so groß ist wie bei Kupfer. Die Tragfähigkeit bei Schnee- und Eisbildung an den Drähten ist geringer, erstens weil der elektrisch äquivalente Aluminiumdraht mehr Eislast annimmt, weil er dicker ist, zweitens hat er eine geringere absolute Festigkeit. Er ist aber trotzdem keineswegs unbedingt dementsprechend unsicherer. Die schweizerischen Vorschriften fordern eine 5-fache Sicherheit gegen Bruch durch Eigenlast allein bei tiefster Temperatur, so daß auch bei Schnee- und Eisansatz genügende Sicherheit gegen Bruch, ähnlich wie bei Kupfer, erzielt wird[2]).

Bei der Beanspruchung des Aluminiums über die Elastizitätsgrenze hinaus wird sich dasselbe infolge der größeren Dehnung (3% gegen 1,5% bei Kupfer) mehr ausdehnen, vergrößert dabei den Durchhang und verringert somit selbsttätig die Seilspannung, so daß eine weitere Beanspruchung und der Bruch unter Umständen vermieden werden. Der Wärmeausdehnungskoeffizient (für Aluminium für 1° C $= 2{,}3 \cdot 10^{-5}$, für Kupfer $1{,}8 \cdot 10^{-5}$ Zunahme auf die Längeneinheit) des Aluminiums macht die Genauigkeit der Errichtung sehr notwendig. Gerade in diesem Punkte scheint bei Aluminiumleitungen gelegentlich gefehlt worden zu sein. Die Widerstandsänderung auf 1° ist bei Aluminium 0,0039, für Kupfer 0,0040 und die Wärmeleitungsfähigkeit bei Aluminium 0,34, bei Kupfer 0,81, sowie die spezifische Wärme bei Aluminium 0,222, bei Kupfer 0,093. Diese Faktoren haben für die Freileitungen keine nennenswerte Bedeutung. Eher kommt eine solche dem niedrigen Schmelzpunkt von 625° bei Aluminium gegenüber 1100° beim Kupfer zu. Dies mag als Fingerzeig dafür dienen, die Entfernungen der Aluminiumleiter etwas größer zu halten als die der Kupferleiter[3]).

Die bei den Aluminiumleitungen erforderlichen größeren Leiterabstände verursachen eine unbedeutende Erhöhung der Maste, wogegen das Biegungsmoment, womit das Gestänge beansprucht wird, beim Aluminium meist kleiner als beim Kupfer wird. Überhaupt ergibt sich aus Vergleichsrechnungen unter Berücksichtigung aller Umstände, daß das Gestänge der Aluminiumleitungen im allgemeinen nicht stärker beansprucht und auch nicht teurer wird[4]).

Der Verfasser empfiehlt die Herstellung von Leitungen aus Aluminium, die mit den Kupferleitungen elektrisch äquivalent sind, und stellt hierfür eine Zahlentafel auf zum Vergleich der Kupfer- und Aluminiumquerschnitte. Die äquivalenten Aluminiumseile behalten die Drahtzahl wie bei den Kupferseilen, nur werden die einzelnen Drähte dicker gemacht. Als zulässige Mindestquerschnitte werden für Aluminium bei Niederspannung 12,5 mm² (gegen Kupfer 7 mm²), für Hochspannung 22 mm² (gegen Kupfer 12 mm²) vorgeschlagen. Hierbei ist Rücksicht genommen auf absolute Festigkeit gemäß den schweizerischen Vorschriften[1]).

Die Verlegung der Seile muß mit großer Vorsicht geschehen, das Seil darf nicht verletzt werden, Zangen, Feilkloben, Froschklemmen usw. sind an den Berührungsflächen mit Aluminiumeinlagen zu versehen. Beim Aufhängen des Seiles darf dasselbe nicht mit dem Erdboden in Berührung kommen, und dasselbe ist immer an Haspeln und Rollen zu führen. Zur Befestigung der Seile an den Isolatoren darf nur Aluminiumdraht (1,5 bis 4 mm Durchmesser) verwendet werden, u. zw. muß die Wickelstelle wegen des weichen Aluminiums länger gemacht werden als bei Kupfer. Kopf- und Seitenbund sind beide zulässig. Seitenbund ist aber nach amerikanischen Erfahrungen wegen des leichten Durchscheuerns der Leitungen nicht zu empfehlen. Bei starken Seilen wird der Röglibund empfohlen, bei dünnen Seilen vor dem Binden die Umwicklung des Leiters an der Bindestelle mit einem dünnen Streifen Aluminiumblech angeraten.

Als Verbindungsstücke für Aluminium werden für Seile bis 120 mm² die in Amerika verwendeten Arldschen Röhren, bei denen die mechanische Festigkeit durch Verdrehen der flachen Röhren erzielt wird, empfohlen. Auch werden Konusverbinder (E.-W. Kanton Zürich) mit großem Erfolg verwendet. Die Verbindung von Kupfer- und Aluminiumleitungen muß gegen elektrolytische Zersetzung durch die Feuchtigkeit der Luft geschützt werden. Dies wird am besten durch Überschieben einer Ebonitröhre und Ausgießen derselben mit Asphalt oder Chattertonmasse erzielt. Aus einer Zusammenstellung der bestehenden Aluminium-Freileitungen kann man ersehen, daß schon bedeutende Freileitungsstrecken mit Aluminium gebaut worden sind. Hier steht in Amerika die Niagara Lockport and Ontario Power Co., Buffalo, an der Spitze mit 3200 km; in Deutschland Stettin 3000 km; Gesamtausbau in Aluminium für Amerika 5300 km, für Europa 4500 km. Der Verfasser gibt zum Schluß eine Zusammenstellung von 47 Literaturnachweisen an über Aluminium für Freileitungen. *Brn.*

[1]) Anm. d. Ber. Die Anwendung von halbhartem Kupfer ist veraltet. Freileitungen werden jetzt durchweg mit Hartkupfer gebaut mit Zerreißfestigkeit von mindestens 40 kg/mm².

[2]) Anm. d. Ber. Die deutschen und österreichischen Vorschriften fordern eine 2,5-fache Sicherheit, wobei für die Festigkeitsrechnung erstens die Temperatur -20° ohne zusätzliche Belastung, zweitens bei -5° und Zusatzlast, hervorgerufen durch Wind bzw. Eis, zugrunde zu legen ist. Die Zusatzlastformel lautet für Deutschland $(190 + 50 \cdot d)$ (gr/m), für Österreich $0{,}015 \cdot q$.

[3]) Anm. d. Ber. Die beiden Faktoren Wärmeleitungsfähigkeit und Schmelzpunkt haben zweifellos beide große Bedeutung für die Freileitungen, indem dieselben sich in ihrer Wirkung bei Erd- oder Kurzschluß nicht addieren, sondern eher multiplizieren. Das häufige Durchschmelzen von Aluminiumleitungen und die darauf folgenden Betriebsstörungen haben gewiß die meisten Betriebsleiter zu der Abneigung gegen das Aluminium für Freileitungen gebracht. Ein näheres Eingehen gerade auf diesen Punkt wäre von großem Interesse gewesen.

[4]) Anm. d. Ber. Dieses stimmt nicht ganz. Beispiel: 50 kV Einfachfreileitung, 30 km, Kupfer 70 mm² gegen Aluminium $70{,}1{,}6 = 120$ mm². Spannweiten 200 m, Kupfer Kopfhöhe 190 cm, Aluminium Kopfhöhe 240 cm. Durchhang von Aluminium bei 7 kg/mm² = 7,62 m, Durchhang von Kupfer bei 16 kg/mm² 6,28 m. Hieraus ergibt sich die Masthöhe für Aluminium zu $2{,}4 + 7{,}6 + 7 = 17$ m und die Masthöhe für Kupfer zu $1{,}9 + 6{,}8 + 7 = 15{,}2$ m. Die für die Kupferleitung erforderlichen Eisenmaste wiegen 80000 kg, wogegen die für Aluminium 94500 kg wiegen. Die Tragmaste, die bekanntlich den größten Teil des Eisengewichtes ausmachen, werden nach dem Winddruck auf die Leitungen berechnet, und da der Winddruck proportional ist dem Durchmesser, der Leitungen, werden die Tragmaste der Aluminiumleitung schwerer ausfallen als diejenigen der äquivalenten Kupferleitung. Die angegebene Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Aluminiums für Freileitungen und die aufgestellte Zahlentafel über die Wirtschaftlichkeit von Aluminium und Kupfer haben wenig Bedeutung, da, wie früher gesagt, die Metallkosten nicht allein ausschlaggebend sind für den Vergleich der Kosten der Freileitung. Wenn man Mittelwerte für Leitfähigkeiten und spezifische Gewichte benutzt, erhält man zum wirtschaftlichen Vergleich, daß die Kosten des Aluminiums zu und unter dem doppelten Kupferpreis für 1 kg sinken müssen, wenn sich eine Vergleicherechnung überhaupt lohnen soll, denn die Kosten für Leitungsträger und Montage werden rechnungs- und erfahrungsgemäß größer bei den Aluminiumfreileitungen sein.

Bahnen und Fahrzeuge.

Ergebnisse mit Elektromobilen.

[C. G. Conradi. The Electrician, Bd. 79, S. 140, 4½ Sp., 2 Abb.]

In Nordamerika laufen über 35 000 Elektromobile, darunter in New York allein über 2500 Nutzfahrzeuge oder 43 % aller, gewerblichen Zwecken dienender, Kraftwagen. Zur Entkräftung des Vorwurfs der zu geringen Geschwindigkeit sind Ergebnisse von Vergleichsfahrten angeführt zwischen einem für 19,3 km/h Geschwindigkeit gebauten elektrischen und einem für stündlich 29 km übersetzten Benzinlastwagen auf einer dreieckigen Strecke und guter Straße. Bei 24 Halten von je 2 min Dauer in einer Entfernung von 800 m betrug der Durchschnitt des Elektromobils 15,5 km/h, die des Benzinwagens 13,6 km/h. Für Aufenthalte von 1 min waren die entsprechenden Zahlen 16,6 und 15,2 km, also ein Verhältnis von 91,5 % zugunsten des Elektromobils. Daraus würde folgen, daß bei einer geringeren Höchstgeschwindigkeit der Durchschnitt des elektrischen Wagens noch höher liegen kann; die Ersparnis durch die geringere Höchstschwindigkeit macht den Einfluß des um einige 100 kg höheren Gewichts des Elektromobils soweit gut, daß dieses nicht als wesentlicher Nachteil fühlbar wird. (Hier fehlen Angaben über Gewichte der Wagen und Leistungen, Drehmomente usw. der Motoren, kurz die Beschleunigungskurven der Fahrzeuge; erst aus diesen kann man beurteilen, wieweit die Unterschiede dem Antriebsmittel oder den verglichenen Fahrzeugen zur Last fallen.)

Die für Nutzfahrzeuge übliche Bauart zeigt den Rahmen aus Profileisen oder gepreßtem Blech, am Rahmen hängenden Motor mit Antrieb einer querliegenden Vorgelegewelle durch Stirn- oder Kegelräder oder geräuschlose Kette, auf der Vorgelegewelle das Differentialgetriebe und die kleinen Kettenräder für den Antrieb der Hinterachse durch Rollenkette.

Abweichende Antriebsarten sind: Bauart Cedes (Mercedes) mit den bekannten Radnabenmotoren in zwei oder allen vier Rädern; Walker Vehicle Co., Chicago, mit Anordnung eines einzelnen Motors in der Hinterachse, in dessen hohler Ankerwelle die geteilte Differentialachse mit je einem Stirnrad an dem äußeren Ende liegt. Diese greifen ein in je zwei diametral gegenüberliegende, festgelagerte Stirnräder, die mit einem innenverzahnten Ring von annähernd Wagenraddurchmesser kämmen, also nicht übersetzend wirken; Commercial Truck Co. mit je einem Motor mit doppelt übersetztem Umlaufgetriebe für jedes angetriebene Wagenrad und Vierradantrieb bei den schwereren Wagen; Couple Gear Co. mit einem raschlaufenden Motor in jedem Treibrad; dessen Ankerachse liegt horizontal unter einem derartigen Winkel zur Radebene im Rad, daß ein kleines Kegelrad an jedem Ende mit je einem von zwei großen Kegelradkränzen kämmt, die links und rechts vom Motor am Rad sitzen. Mossay verwendet innenverzahnte Schraubenräder, Fram Stirnradvorgelege mit Unterbringung der ganzen Motoranlage, Batterie und Steuerung in einem lösbaren Vordergestell, das sich unter verschiedene Hinterwagen unterfahren läßt. Die mechanische Steuerung wird hier elektrisch unterstützt, indem der außenlaufende Motor an 27 Zellen, der innenlaufende an 17 Zellen gelegt wird.

Auffallend ist die Erscheinung, daß die Bauart nicht einmal für zwei Fabrikate gleichförmig ist; der Verfasser führt diese Erscheinung auf das Bestreben zurück, den mechanischen Wirkungsgrad so hoch wie möglich zu bringen.

Beim Bleiakkumulator mit dünnen Platten ist nach je etwa 6500 bis 8000 km ein Ausspülen des Bodensatzes erforderlich. Bei der hohen Säuredichte von annähernd 1,3 ist nur Hartgummi für Gefäße und Zwischenwände zulässig; Zelluloid wird dabei angegriffen. Beim Bleiakkumulator mit Anordnung der positiven aktiven Masse in Hartgummirohren sind die Anschaffungskosten annähernd doppelt so hoch, wie bei der Plattenbauart, doch soll er mindestens doppelte Lebensdauer besitzen, viel seltener Auswaschen benötigen und hohe Ladestromstärken vertragen. So wird angeführt, daß die Lieferungswagen einer Londoner Gesellschaft durch diesen Akkumulator ihre tägliche Leistung von 64 auf 110 km erhöhen konnten, weil der Akkumulator in den Mittagsstunden 1½ h lang nachgeladen werden kann. Die Ladestromstärke wird nur begrenzt durch Gasentwicklung und Erwärmung; die vollständig entladene Batterie verträgt ohne Schaden die Aufnahme der halben Leistung in einer Stunde. Doch muß die Ladeanlage dieser Belastung gewachsen sein.

Der Preis des Eisen-Nickel-Akkumulators ist für gleiche Leistung wiederum doppelt so hoch wie der des Hartgummirohr-Bleiakkumulators; anderseits soll auch die Lebensdauer mindestens doppelt so hoch sein und die Zelle wenig Aufsicht erfordern. Der hohe innere Widerstand ist in einer Reihe von Fällen sehr hinderlich.

Für Anordnung und Einbau der Batterie ist sehr wichtig die weitgehendste Verminderung von Arbeit bei der Beaufsichtigung. Bei der am meisten üblichen Aufhängung unter dem Rahmen ist sie auf Rollen ausziehbar zu machen, um jede Zelle voll zugänglich zu bekommen. Derartige Anordnungen ermöglichen rasches Auswechseln, was besonders für im Lohn unterhaltene Batterien angenehm ist. Bei einer anderen Bauart sitzt die Batterie auf dem Rahmen und z. T. unter dem Führersitz, wodurch sich die Wagenlänge etwas vergrößert. Bei Personenwagen ist vielfach die Batterie vorn unter einer Haube angebracht.

Bezüglich Verwendung der verschiedenen Bauarten kommt der Verfasser zu folgenden Regeln: die Bleiplattenzelle eignet sich für leichteren Dienst bei niedrigen Anschaffungskosten, wenn starke Entladeströme selten vorkommen. Wagenbesitzer, die nichts mit der nicht ganz einfachen Unterhaltung dieser Batterieart zu tun haben wollen, werden die teurere Nickelzelle vorziehen. Für schweren Dienst ist ihr der Hartgummirohr-Bleiakkumulator wegen seiner größeren Widerstandsfähigkeit gegen hohe Stromstärken überlegen. Der Nickelakkumulator ist am Platz bei kurz bemessener Ladezeit und rauher Behandlung. Er ist aber wegen seines niedrigen Wirkungsgrades ungeeignet bei hohen Strompreisen und in hügeligem Gelände.

[1]) Anm. d. Ber. Der Versuch, aus Aluminium dem Kupfer mit Rücksicht auf elektrische Widerstände äquivalente Querschnitte herzustellen, wird wohl kaum große Vorteile bieten. Die Leitfähigkeit der verschiedenen Aluminiumfabrikate schwankt von 34 bis 41 Siemens. Der Aluminiumquerschnitt wird in den seltensten Fällen dem Kupferquerschnitt elektrisch äquivalent sein. Man sollte hier wie sonst die normalisierten Querschnitte beibehalten. Die vom S. E. V. vorgeschlagenen Mindestquerschnitte sind sogar geringer als die deutschen für Aluminium (25 mm² für Hochspannungs- und Niederspannungsleitungen). Der Mindestquerschnitt für Aluminium sollte nicht nur mit Rücksicht auf die absolute Festigkeit gegen mechanische Beanspruchungen bemessen werden; es wäre am Platze, diese Mindestquerschnitte der Leitungen auf ihre Festigkeit gegen elektrische Beanspruchungen, kurze Erd- und Kurzschlüsse zu untersuchen.

Digitized by Google

Mit Rücksicht auf die Batterieleistung sollen die Motoren möglichst leicht sein und so hohen Wirkungsgrad besitzen, als die Rücksicht auf Betriebssicherheit erlaubt. Die häufig auftretende Überlastung um 300% müssen sie ohne Bürstenfeuer aushalten können. Schmelzsicherungen oder Höchststromschalter im Hauptstromkreis scheinen nicht erforderlich zu sein, da ihre Verwendung nicht üblich ist. Dagegen sind die Stromkreise für Licht und für die elektrische Huppe gesichert; ferner wird allgemein im Ladestromkreis von Bleibatterien ein Kontakt am Voltmeter verwendet, um durch Selbstschalter Überladen der Batterie zu verhüten. Strommesser mit doppelseitigem Ausschlag und gut lesbarer Teilung soll jeder elektrische Wagen besitzen. Bei einem sehr nützlichen Instrument der Sangamo Electric Co. ist eine doppelte Wicklung verwendet, um Änderungen in der Batterieleistung auszugleichen.

Zum Schluß wird den Verwaltungen der Elektrizitätswerke möglichste Förderung des Elektromobils empfohlen, da es eine sehr günstige Form der Belastung — meistens außerhalb der Spitzenbelastung — ergibt und eine lohnende Stromabgabe bei geringen zusätzlichen Anschaffungen darstellt. *schök.*

Verschiedenes.

Stiftungen für die Wiener Technische Hochschule.

Eine große Anzahl industrieller Unternehmungen Österreichs stellte, wie die „Voss. Ztg." meldet, für den Bau neuer Laboratorien an der Technischen Hochschule in Wien über zwei Millionen Kronen zur Verfügung.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Betr. Draht- und Kabel-Kommission.

Die Draht- und Kabel-Kommission hat beschlossen, neben den KGZ-Leitungen noch eine andere Ersatzleitung zuzulassen. Die Normalien für diese Leitung werden nachstehend bekannt gegeben.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. G. Dettmar.

Normalien für Leitungen mit imprägnierter Papierisolierung.

Zur festen Verlegung in Niederspannungsanlagen.

Bezeichnung: K J A (mit Aluminiumleiter)
K J Z (mit Zinkleiter).

Leitungen mit imprägnierter Papierisolierung sind nur als Einfachleitungen mit massiven oder mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1,5 bis 10 qmm zulässig.

Der Leiter ist von einer Isolierhülle umgeben, die aus schraubenförmig gewickelten Papierlagen besteht und ausreichende Festigkeit und Biegsamkeit besitzen muß. Über dieser Isolierhülle befindet sich eine Umklöppelung aus Papiergarn oder gleichwertigem Material.

Die Leitung ist im Vakuum sorgfältig zu trocknen[1]) und dann mit einer feuchtigkeitssicheren Masse zu imprägnieren. Nach der Imprägnierung soll die ganze Leitung nochmals durch eine gut abschließende Masse hindurchgezogen werden.

Für die Bauart der Leitungen gilt folgende Zahlentafel:

Leiterquerschnitt in mm²	Stärke der aus Papierlagen gebildeten Isolierhülle (ohne die Umklöppelung) in mm
1,5	1,0
2 5	1,2
4	1,2
6	1,2
10	1,2

Die Leitungen müssen so beschaffen sein, daß 5 m lange Stichproben, bei Zimmertemperatur in eng aneinanderliegenden Windungen um einen Dorn von achtfachem Leitungsdurchmesser gewickelt, nach 12-stündigem Liegen unter Wasser eine halbe Stunde lang eine Spannung von 1500 V Wechselstrom aushalten können.

[1]) Temperatur bei Zinkleitern nicht über 100°!

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin[1]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrug die Zahl der Stromabnehmer 62 944 (59 138 i. V.), der angeschlossenen Lampen 550 649 (527 278 i. V.); an Motoren waren angeschlossen 45 773 kW (43 285 i. V.). Die Stromabgabe betrug 43,664 Mill. kWh (37,124 i. V.), darunter 37,189 Mill. kWh (30,798 i. V.) für Kraft. Obige Zahlen gelten ausschließlich der Elektrizitätswerke Oberlausitz. Im laufenden Jahre gehen die Elektrizitätswerke in Oppenheim und Wolfenbüttel an die Stadtgemeinden, die Aktien der Elbtalzentrale A. G., Pirna, an den Elbtal-Elektrizitätsverband und die Werke in Soest und Werl an das Westfälische Verbands-Elektrizitätswerk über. Die Abwickelung des an den Sächsischen Staat verkauften Betriebes in Hirschfelde ist im Gange. Der Geschäftsgewinn betrug 6.617 Mill. M (6,005 i. V.). Es erforderten Handlungsunkosten 0,555 Mill. M (0,507 i. V.), Kriegsausgaben 0,282 Mill. M (0,265 i. V.), Steuern 0,177 Mill. M (0,158 i. V.), Zinsen 1,321 Mill. M (1,337 i. V.), Anlagetilgung und -erneuerung 1,044 Mill. M (0,546 i. V.) und es ergibt sich ein Reingewinn von 3,217 Mill. M (3,175 i. V.). Hiervon sollen 10% Dividende auf 30 Mill. M (wie i. V.) gezahlt, für Angestellte 0,125 Mill. M (wie i. V.) verwendet, dem Aufsichtsrat 0,095 Mill. M (0,092 i. V.) überwiesen und 51 459 M (53 599 i. V.) auf neue Rechnung vorgetragen werden.

In der mit 87,042 Mill. M (84,969 i. V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch Elektrizitätswerke in eigener Verwaltung mit 39,565 Mill. M (38,612 i. V.), Effekten und Beteiligungen an G. m. b. H. mit 19,098 Mill. M (21,057 i. V.), sonstige Beteiligungen mit 6,9 Mill. M (5,614 i. V.). Schuldnern einschl. Bankguthaben mit 21,383 Mill. M (19,455 i. V.) stehen Gläubiger mit 8,3 Mill. M (6,988 i. V.) gegenüber.

Allgemeine Lokal- und Straßenbahn-Gesellschaft, Berlin[2]). Nach dem Bericht über das Jahr 1917 wurden vereinnahmt aus eigenem Bahnbetrieb 9,435 Mill. M (7,073 i. V.), aus Stromabgabe 1,404 Mill. M (1,242 i. V.), aus Wertpapieren und Beteiligungen 1,341 Mill. M (1,396 i. V.), im ganzen 12,269 Mill. M (9,755 i. V.). Der Reingewinn einschl. Vortrag betrug 2,508 Mill. M (2,206 i. V.). Hiervon sollen 9% Dividende (8 i. V.) auf 25 Mill. M Aktienkapital gezahlt werden. Bemerkenswert erscheint die nachstehende Zusammenstellung der Betriebsergebnisse der 6 eigenen Bahnbetriebe (Bromberg, Duisburg, Frankfurt a. O., Görlitz, Hörde, Kiel) für die Jahre 1913 bis 1917.

	1913	1914	1915	1916	1917
Rechnungskm[3]) Mill.	14,77	12,95	11,94	12,89	11,69
Einnahme f. 1 Rechn.-km Pf	40,41	45,35	47,50	54,89	80,72
Ausgabe f. 1 Rechn.-km Pf	24,57	26,90	27,50	32,20	42,50

A. G. Elektricitätswerk Eisenach, Eisenach[4]). Nach dem Bericht über das 26. Geschäftsjahr 1917 betrug die Stromabgabe für Privatbeleuchtung 0,451 Mill. kWh (0,461 i. V.), für gewerbliche Anlagen 0,491 Mill. kWh (0,322 i. V.), für Straßenbahn 0,186 Mill. kWh (0,217 i. V.) und insgesamt 1,128 Mill. kWh (1,000 i. V.). Die Straßenbahn beförderte 2,021 Mill. zahlende Personen (1,418 i. V.). Es ergaben sich ein Betriebsüberschuß von 0,228 Mill. M (0,222 i. V.) und ein Reingewinn von 0,116 Mill. M (0,114 i. V.). Hiervon soll eine Dividende von 12% auf 0,5 Mill. M (wie i. V.) gezahlt werden.

Deutsche Kabelwerke A. G., Berlin-Lichtenberg[5]). Nach dem Bericht über das 22. Geschäftsjahr 1917 betrugen der Geschäftsgewinn 2,028 Mill. M (1,316 i. V.) und der Reingewinn 0,888 Mill. M (0,597 i. V.); hiervon soll eine Dividende von 10% auf 6 Mill. M (i. V. 8% auf 5,25 Mill. M) gezahlt werden.

Danziger Elektrische Straßenbahn A. G., Danzig[6]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 waren an das Werk in Neufahrwasser angeschlossen Lichtanlagen mit 359 kW (349 i. V.) und Kraftanlagen mit 551 kW (533 i. V.). Die Einnahmen aus Stromlieferung betrugen 83 933 M (88 567 i. V.). Die Straßenbahn beförderte 27,905 Mill. Fahrgäste (23,485 i. V.) und leistete 5,031 Mill. Wagenkm (5,935 i. V.), die Einnahmen aus dem Bahnbetrieb betrugen 2,868 Mill. M (2,379 i. V.). Die gesamten Betriebseinnahmen stellten sich auf 2,973 Mill. M (2,486 i. V.), die Betriebsausgaben auf 1,732 Mill. M (1,435 i. V.), der Reingewinn auf 0,386 Mill. M (0,384 i. V.). Hiervon soll eine Dividende von 7% auf 5 Mill. M (wie i. V.) gezahlt werden.

Erfurter Elektrische Straßenbahn zu Erfurt[1]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 wurden 1,810 Mill. Wagenkm (2,227 i. V.) geleistet; die Fahrgeldeinnahmen betrugen 1,224 Mill. M (0,930 i. V.). Die Betriebsausgaben 0,611 Mill. M (0,546 i. V.). Aus den Gesamteinnahmen von 1,249 Mill. M (0,963 i. V.) ergibt sich ein Reingewinn von 0,234 Mill. M (0,196 i. V.), von dem 10% (9 i. V.) Dividende auf 1,5 Mill. M gezahlt werden sollen.

Fabrik isolierter Drähte zu elektrischen Zwecken (vorm. C. J. Vogel Telegraphendraht-Fabrik) A. G., Berlin[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 betrugen Betriebsüberschuß, Beteiligungsgewinn und Zinsen 2,270 Mill. M (1,726 i. V.), der Reingewinn 1,260 Mill. M (1,090 i. V.). Es wird eine Dividende von 18% auf 5,25 Mill. M (i. V. 16% auf 3,5 und 8% auf 1,75 Mill. M) vorgeschlagen. Das Grundkapital ist inzwischen weiter auf 7,5 Mill. M erhöht worden.

Hackethal-Draht- und Kabel-Werke A. G., Hannover[3]). Nach dem Bericht über das 11. Geschäftsjahr 1917 betrug der Gewinn 2,312 Mill. M (1,900 i. V.) und es ergibt sich nach Vornahme von Abschreibungen in Höhe von 0,784 Mill. M (0,479 i. V.) ein Reingewinn einschl. Vortrag von 1,711 Mill. M (1,603 i. V.). Hiervon sollen 22% Dividende auf 5,6 Mill. M alter Aktien und 11% auf 1,4 Mill. M junger Aktien (22% auf 5,6 Mill. M i. V.) gezahlt werden.

Dividenden. Concordia Elektrizitäts-A. G., Düsseldorf: 12½% (7½ i. V.) auf 1 Mill. M (wie i. V.). — Felten & Guilleaume Carlswerk A. G., Köln-Mülheim: 15% (12 i. V.) auf 60 Mill. M (wie i. V.).

Firmenverzeichnis.

Fiedlers Elektromotor-Gesellschaft m. b. H., Leipzig. Gegenstand: Herstellung und Wiederherstellung von Elektromotoren und Handel mit solchen, Einrichtung und Wiederherstellung elektrischer Anlagen, Anfertigung, Wiederherstellung und Handel mit Werkzeugen, Maschinen und Motoren und Handel mit einschlägigen Rohstoffen. Stammkapital: 20 000 M. Geschäftsführer: Ingenieur A. Fiedler.

Westinghouse Elektricitäts-Gesellschaft m. b. H., Berlin. Die Zwangsverwaltung ist aufgehoben und die Staatsaufsicht angeordnet worden.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Ludwigsdorf, Kr. Schönau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 50). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft Gemeinde Blumberg m. b. H., Blumberg, Kr. Pyritz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft Darup-Rorup m. b. H., Darup (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100).

Änderungen in der Verwaltung. Felten & Guilleaume Carlswerk A. G., Köln-Mülheim. Neu in den Aufsichtsrat gewählt: K. Silverberg, R. Collart und K. Sieven. — Nieder-Lausitzer Kraftwerke A. G., Spremberg. In den Vorstand berufen: Direktor W. Graßhoff (an Stelle von F. Prüfer).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Concordia Elektrizitäts-A. G., Düsseldorf: um 1 auf 2 Mill. M. — Hartmann & Braun A. G., Frankfurt a. M.: um 0,3 auf 2,4 Mill. M.

Auflösungen. Ingenieur Fritz Drevenstedt, Elektro-Material-Vertrieb, G. m. b. H., Freiburg (Breisgau).

Löschungen. G. m. b. H. zur Verwertung von Starkstromelementen im Auslande i. Liq., Duisburg. — Elektrizitätsgesellschaft Oppel & Co., Merseburg. — Elektrizitätswerk Bad Sassendorf, Franz Steppat, Bad Sassendorf.

Schweiz. Die Società Elettrica della Tre Valli, Biasca, hat beschlossen, ihr Aktienkapital um 0,6 auf 1,2 Mill. Fr zu erhöhen.

---

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 292.
[2]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 392.
[3]) Triebwagenkm (voll) + Anhängerkm (halb).
[4]) Bericht über 1912 vgl. „ETZ" 1913, S. 402.
[5]) Bericht über 1914 vgl. „ETZ" 1915, S. 324.
[6]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1911, S. 359.

[1]) Bericht über 1909 vgl. „ETZ" 1911, S. 96.
[2]) Bericht über 1914/15 vgl. „ETZ" 1916, S. 152
[3]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 472.

Abschluß des Heftes: 22. Juni 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 4. Juli 1918. Heft 27.

Die Elektrisierung der Gotthard-Bahn.

Allgemeines.

Die Gotthardbahn (G. B.) ist eine der wichtigsten Verkehrsstraßen, welche das mitteleuropäische Bahnnetz mit den italienischen Bahnen quer durch das schweizerische Gebirgsmassiv verbinden. Die ersten Anregungen zu ihrem Bau fallen bereits in das Jahr 1845. 6 Jahre später, 1851, haben die Regierungen von Preußen, der Schweiz und Sardinien Gutachten zum Entwurfe der Bahn eingeholt. Die eigentliche Vorgängerin war indessen die sogenannte Gotthard-Vereinigung, die am

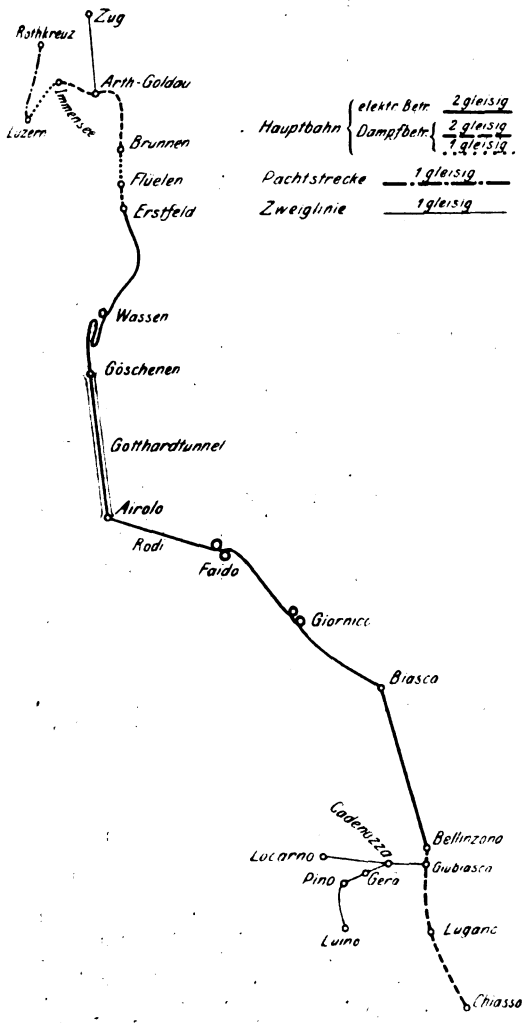


Abb. 1. Lageplan der Gotthardbahn.

7. VIII. 1863 in Luzern zustande kam, und deren Zweck die Prüfung der Möglichkeit einer Bahn über oder durch den Gotthard war. 1869 wurde zwischen Preußen, der Schweiz und Sardinien ein Staatsvertrag zur Ausführung der Bahn durch eine staatlich unterstützte Privatgesellschaft abgeschlossen. Die Gründung der Gesellschaft erfolgte 1871. Die Bauarbeiten setzen kurz nach 1873 ein. Trotz der außerordentlich großen Schwierigkeiten, die sich im Jahre 1876 beim Bau des großen G. B.-Tunnels zeigten, konnte im Jahre 1882 die durchgehende Hauptlinie dem Betriebe übergeben werden; das ganze Netz, nach den Voraussetzungen des ersten Staatsvertrages, wurde 1897 vollendet. 1909 nahm die schweizerische Eidgenossenschaft nach langen, schwierigen Verhandlungen mit der Gotthardbahn-Gesellschaft die G. B. in eigene Verwaltung. Von den ersten Baukosten im Betrage von 185 Mill. M übernahmen Italien 45 Mill., die Schweiz und Deutschland je 20 Mill. Der von Deutschland aufgebrachte Betrag wurde z. T. von den interessierten Bahngesellschaften, z. T. von den Ländern und größtenteils aus Staatsmitteln gedeckt. Alle Beihilfen wurden zinsfrei gegeben, indessen mußte der über 7% erzielte Reingewinn zur Hälfte unter den beteiligten Staaten im Verhältnis der gezahlten Beihilfe verteilt werden. Der Rest des Baukapitals von 100 Mill. M wurde zu einem Drittel durch Aktien und zwei Dritteln durch Obligationen aufgebracht. Der nach dem Bau des Gotthardtunnels sich ergebende Mehrbedarf von 40 Mill. M wurde zu 30% von der G. B.-Gesellschaft, zu je 25% von Deutschland und Italien und zu 20% von der Schweiz aufgebracht.

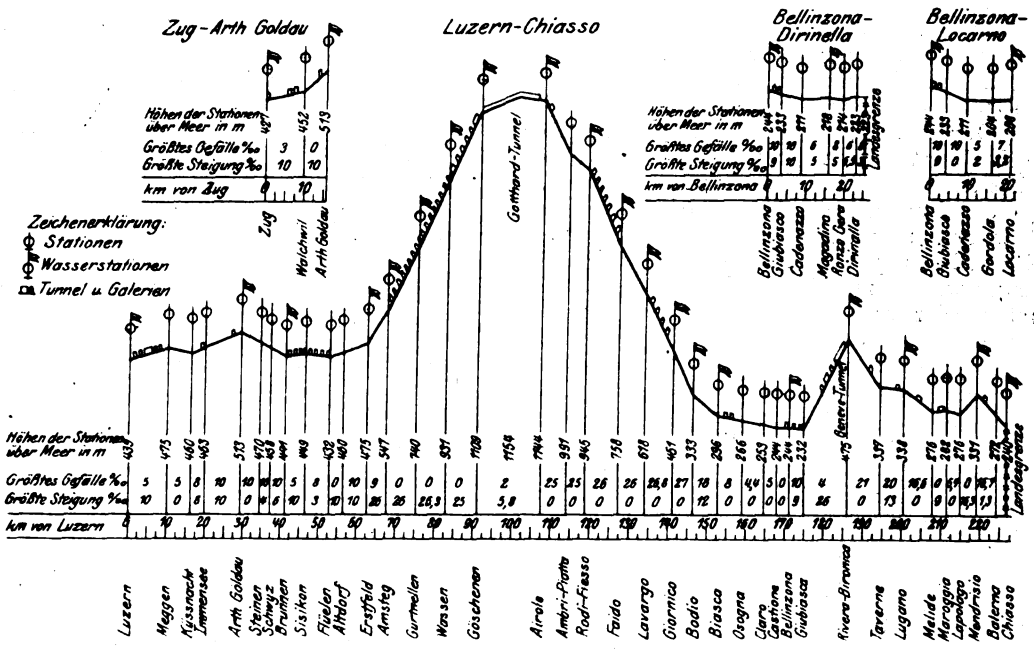


Abb. 2. Höhenplan der Gotthardbahn.

Etwa 5 Jahre nach der Verstaatlichung der G. B., nachdem schon lange vorher grundsätzlich der Beschluß gefaßt worden ist, den Dampflokomotivbetrieb in elektrischen Betrieb zu ändern, wurden am 25. X. 1913 die ersten Mittel zur Elektrisierung der G. B. vom Bundesrat genehmigt. Bevor auf die Einzelheiten der Elektrisierung genauer eingegangen wird, muß man sich mit dem Bauwerk der G. B. näher vertraut machen, um dann die Besonderheiten dieser Anlage richtig erfassen zu können.

Strecke und Oberbau.

Das Netz der G. B., siehe Lageplan Abb. 1, besteht aus einer Hauptbahn und mehreren Zweiglinien. Außerdem hat die G. B. vor ihrer Verstaatlichung noch einige Pachtstrecken betrieben. Die Hauptbahn von Immensee bis Bellinzona mit einer Gesamtlänge von 150,6 km ist bis auf das 11,7 km lange Stück Brunnen—Flüelen durchweg zweigleisig.

Als Pachtstrecken wurden vor der Verstaatlichung von der G. B. betrieben: die eingleisige Strecke Immensee—Luzern (19,2 km), die zweigleisige Strecke Rotkreuz—Luzern—Immensee (37,4 km), während als Zweiglinien die durchweg eingleisigen Strecken: Zug—Arth—Goldau (15,8 km), Bellinzona über Giubiasco—Luino (39,6 km), Bellinzona—Locarno (21,0 km), Giubiasco—Lugano—Chiasso (52,0 km) und Cardenozza—Locarno (12,4 km) betrieben wurden.

Der erste Ausbau für den elektrischen Betrieb umfaßt die zweigleisige Strecke Erstfeld, Göschenen, Gotthardtunnel, Airolo bis Bellinzona mit einer Gesamtbahnlänge von 109,3 km.

Der Lageplan des Gotthardtunnels in seiner jetzigen Ausführung ist das Ergebnis langjähriger Studien. Aus den vielen, hart bekämpften und verteidigten Entwürfen, von denen ein Kehrsteigungstunnel viel Beachtung fand, ging der Entwurf eines hochliegenden Tunnels, im Hinblick auf die sich hieraus ergebende geringere Länge, siegreich hervor Es ergaben sich hierdurch (siehe Höhenplan Abb. 2) 2 Auffahrtrampen, deren Steigungen so gewählt werden mußten, daß sie mit hohen, bei Reibungsbahnen noch zulässigen Fahrgeschwindigkeiten befahren werden können.

Der Höhenplan zeigt im Norden eine Steilrampe, die in Erstfeld, und eine im Süden, die in Biasca an die Tunnellinie anschließen. Die Nordrampe, mit einer durchschnittlichen Steigung von 26‰, enthält noch die spiralförmige Hebungskrümmung im 1487 m langen Pfaffensprungtunnel (siehe Abb. 3) und eine Hebungsdoppelschleife bei Wassen, in der der Wattinger- und der Leggistein-Tunnel mit rd je 1090 m Länge liegen (siehe Abb. 4). Die Südrampe enthält, mit 27‰ Durchschnittssteigung, zwischen Diazo grande und Faido ebenfalls zwei spiralförmige Hebungskurven, welche durch den Freggio- und den Prato-Tunnel mit rd je 1556 m Länge gelegt sind. Der 15,7 km lange Gotthardtunnel steigt von 1109 m ü. M. bei km 89,4 auf 1154,55 m ü. M. und fällt

Digitized by Google

dann bei km 105,1 auf 1145 m ü. M. In den anderen Tunneln kommen nur Steigungen bis höchstens 23‰ vor.

Außer diesen Steilrampen und Tunnelanlagen weist die G. B. noch eine große Anzahl anderer Kunstbauten auf. Im ganzen enthal-

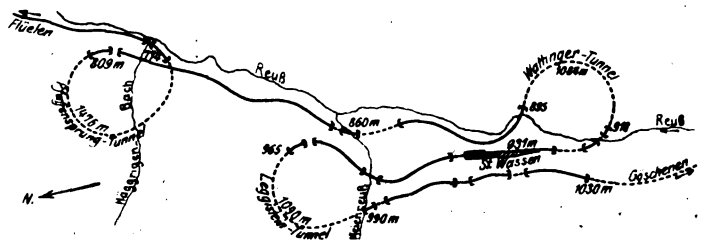


Abb. 3. Hebungskrümmung mit Pfaffensprungtunnel.

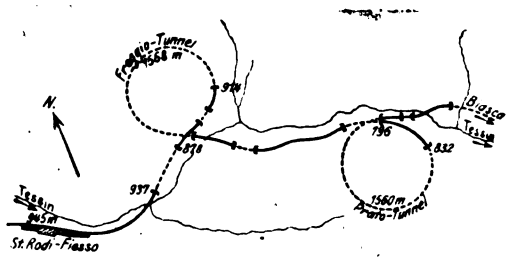


Abb. 4. Hebungsdoppelschleife bei Wassen.

ten die vorgenannten Linien 80 Tunnels und Galerien mit einer Gesamtlänge von 46 km, d. h. rd 30% der Hauptbahnlänge, ferner 324 Brücken mit Spannweiten über 10 m. Von den Tunneln sind 22 je 101 bis 500 m, 5 je 501 bis 1000 m, 4 je 1001 bis 1500 m, 7 je 1501 bis 2000 m und endlich der Gotthardtunnel 15700 m lang.

Außerdem sind viele Schutzbauten gegen Lawinen, Eis- und Steinfälle angelegt. Sie bestehen teilweise aus festem Steinmauerwerk und teils aus besonderen Verpfählungen. An vielen Stellen sind solche Schutzbauten an künstlich hochgeführten und mit Mörtel verputzten Stützpfeilern zur Ausführung gekommen.

Das Kurvenband weist als kleinste Krümmung, die ausnahmsweise beim Bau der G. B. zur Ausführung gekommen ist, eine solche mit 280 m Halbmesser auf, während normal die 300 m-Krümmung vorgeschrieben war.

Der Oberbau bestand anfangs zum größten Teil aus 7,5 bis 8 m langen Eisen- und Stahlschienen von 36,5 bis 36,6 kg Metergewicht, die auf kyanisierten Eichen- oder Tannenschwellen mit vierkantigen oder achteckigen Nägeln befestigt waren. Die einzelnen Walzlängen wurden mit Flach- oder Winkellaschen miteinander verbunden. Der ständig wachsende Verkehr und die damit zunehmenden Achsdrücke machten später eine Verstärkung einiger Gleisstrecken erforderlich. Derzeit sind auf den Rampen Schienen von 46 kg Metergewicht, 145 mm hoch mit 70 mm Kopf- und 130 mm Fußbreite, sowie in Tunnels 48 kg-Schienen, 147 mm hoch, verlegt. Beide Arten kamen auf 2,5 m langen, eingeschnürten Eisenschwellen in Walzlängen von 12 m zur Verlegung.

Die Gründe, welche die kohlenarme aber wasserreiche Schweiz zur Elektrisierung der G. B. grundsätzlich drängten, sind ebenso nationalwirtschaftlicher wie betriebstechnischer Art. Die Ausführung des Beschlusses war aber nicht ohne weiteres möglich. Im Hinblick auf die Lage, Ausdehnung und Bedeutung der Bahn mußte eine Betriebart gewählt werden, die eine wirtschaftliche Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Wasserkräfte gewährleisten konnte und einen einheitlichen Betrieb aller anderen Bundesbahnen in späteren Zeiten ermöglichte.

Vorarbeiten zur Elektrisierung.

Zur Prüfung aller einschlägigen Fragen wurde schon früher auf Privatanregung eine besondere Studienkommission für den elektrischen Bahnbetrieb der Schweizerischen Bundesbahnen (St. K.) eingesetzt. Sie hat 1908/1909 schlußfertige Berichte vorgelegt, die eine Verbilligung von 20 bis 25% der Dampf-Zugförderkosten bei gleichzeitiger Beschleunigung des Bahnbetriebes als möglich erscheinen ließen.

Der umfangreiche Bericht stellte fest, daß die Schweizerischen Bundesbahnen für ihr jetziges Netz etwa 400 000 kW Wasserkräfte benötigen. Die G. B. hat bereits in den Jahren 1907/09 etwa 250 000 kW Wasserkräfte angekauft, und später durch Pachtverträge sich weitere 50 000 kW gesichert. Die Schweiz besitzt selbst keine nennenswerten Kohlengruben. Sie ist deshalb auf die Auslandzufuhr angewiesen.

Im Jahre 1911/12 wurde die St. K. aufgefordert, einen genauen Entwurf mit Kostenberechnung für den elektrischen Betrieb der Strecke Basel—Chiasso aufzustellen. Das Ergebnis dieser Berechnungen war eine erhebliche Verbilligung der reinen Fahrdienstkosten, bei genügender Anlagenabschreibung für den Bruttotonnenkilometer von 0,76 Pf (Dampf) auf 0,57 Pf (elektrisch). Es war aus den Berichten der St. K. ferner zu entnehmen, daß bei einer Leistung von 1824 Mill. Bruttotonnenkilometer der Strecke Erstfeld—Bellinzona, auf der mit den Bahnelektrisierungen der Anfang gemacht werden sollte, die Ersparnisse so groß waren, daß die baldige durchgehende Elektrisierung der ganzen G. B. folgen müsse. In diesem ersten Gutachten waren auch die technischen Vorzüge des elektrischen Vollbahnbetriebes betont, und die Bedeutung des sauberen, leistungsfähigeren Betriebes und die wirtschaftlichen Vorteile erwähnt.

Man kann nach den Ergebnissen der St. K. die Vorteile des elektrischen Betriebes gegenüber dem Betrieb mit Dampflokomotiven etwa wie folgt kurz zusammenfassen:

A. Allgemeine Vorteile:

1. Fahrplanbildung und Verdichtung wird erleichtert durch:
   a) Abkürzung der Anfahr- und Bremszeiten.
   b) Unabhängigkeit von Kohlen- und Wasserergänzung auf langen Strecken.
   c) Entfall der Rostreinigung und des Feuerputzens auf langen Strecken ohne Lokomotivwechsel.
   d) Entfall des Drehens der Lokomotiven (mit Schlepptender) an Kopfstationen.
   e) Allgemeine Entlastung der Fahrpläne durch Entfall der Kohlenzüge für eigenen Bedarf.
2. Sicherheitserhöhung gegen Zusammenstöße wird ermöglicht durch:
   a) Kürzeren Bremsweg bei elektrischen Lokomotiven als bei Dampflokomotiven, weil gute Bremsen und Sandstreuer leichter unterzubringen sind.
   b) Anwendung der elektrischen Gegenstrombremse.
   c) Abschaltung stromführender Streckenteile im Falle einer Streckenstörung.
   d) Genauere Streckensignalbeobachtung durch den Lokomotivführer wegen Entfall der Dampfapparatbeobachtungen.
   e) Leichtere und sichere Beobachtung der Streckensignale wegen Entfall der Dampf- und Rauchbehinderungen durch andere Dampflokomotiven.
3. Entfall der Rauchbelästigung:
   a) der Anwohner,
   b) der Reisenden, insbesondere in den vielen und langen Tunneln der Schweiz. (Zur Zeit sind besondere Tunnellüftungsanlagen vorhanden.)
4. Ersparnisse im Grunderwerb durch:
   a) Kleinere Lokomotivhallen (siehe auch weiter unten noch unter C 1 b geringerer Lokomotivbestand).
   b) Kleinere Betriebs- und Hauptwerkstätten (siehe auch weiter unten noch bei C 1 b IV geringerer Anzahl für Instandsetzung.
   c) Entfall der Kohlenstapel und zugehörigen Gleisanlagen sowie Ladevorrichtungen.
5. Ruhiges und stoßfreies Fahren, erzielt durch:
   a) Gleichmäßige Abnutzung der Schienen und Stöße.
   b) Nur Bewegung gänzlich ausgeglichener Massen der Antriebsmotoren bei elektrischen gegenüber den oszillierenden Bewegungen bei Dampflokomotiven.

B. Unmittelbare wirtschaftliche Vorteile:

1. Verbilligung der Zugkraftkosten durch:
   a) Verringerung der gesamt zu befördernden Bruttolast (Entfall von Tender, Kohle und Wasser).
   b) Entfall des Feuerungsmaterials zum Warmhalten der Ersatzlokomotiven.
   c) Für die kohlenarme Schweiz ganz besonders wichtig die Möglichkeit der Ausnutzung ihrer riesigen Wasserkräfte und Vermeidung der Geldausfuhr für Kohlen ins Ausland.
2. Verbilligung der Schmierkosten der Lokomotiven durch:
   a) Entfall der Schmierung dampferhitzter Teile und
   b) geringerer Anzahl ölschleudernder, beweglicher Massen.
3. Verringerung der Putz- und Dichtungskosten der Lokomotiven durch:
   a) Entfall von Wasser, Dampf und Kohlenstaub.
   b) Besserer Schutz der wichtigsten Lokomotivteile gegen Witterungseinflüsse.
4. Entfall der Kesselwaschungen und der Reinigung der Feuerungsanlage sowie Neuauffüllen der Kessel mit Wasser.
5. Verbilligung der Lokomotivunterhaltungs- und Instandhaltungskosten durch:
   a) Entfall der gesetzlich vorgeschriebenen Kesselprüfungen und Instandsetzungen.
   b) Gleichmäßigere und geringere Abnutzung der Radsätze infolge der oben unter A 5 b genannten Umstände.
   c) Einfacheres Auseinandernehmen, Instandsetzen und Zusammenbau instandgesetzter elektrischer Lokomotiven gegen Dampflokomotiven, bei welchen der Dampfkessel von den übrigen Lokomotivteilen getrennt werden muß.
   d) Schutz der beweglichen Teile (siehe auch oben unter B 3 b).
6. Verringerung der Personalkosten, da verschiedentlich
   a) nur ein Mann auf der Lokomotive erforderlich ist,
   b) der Vorbereitungsdienst vereinfacht und verkürzt wird, und der Abschlußdienst ganz entfällt,
   c) die gesetzlich gestatteten Dienstzeiten des Lokomotivpersonals wirtschaftlicher gruppierbar sind,
   d) der Fahrdienst auf elektrischen Lokomotiven leichter und nicht so anstrengend ist als auf Dampflokomotiven, da Hitze und Rauch der Dampflokomotiven, insbesondere auf Tunnelstrecken, entfallen. Auch die geringeren Stoßbewegungen sowie der Entfall der Dampfapparatbeobachtung und die Erleichterung der Streckensignalbeobachtung wegen Entfall der Rauch- und Dampfbehinderung müssen hier besonders erwähnt werden. Ferner entfällt
   e) bei Ersatzlokomotiven die Mannschaft zum Warmhalten der Kessel und
   f) die Hilfsfeuerleute zum Putzen der Feuerungen beim Kurswechsel.
7. Verringerung der Bahnunterhaltungskosten durch:
   I. geringere Beanspruchung des Oberbaues und der Gleise, bewirkt durch:
      a) Bessere Verteilung der Reibungsgewichte der Lokomotiven,
      b) Entfall der hämmernden Stoßbewegungen der Triebmotoren,
      c) Geschwindigkeitsverringerung der elektrischen Lokomotive nicht allein durch Bremsen, sondern auch durch einfachere Geschwindigkeitsänderung der Antriebsmotoren.
   II. Seltenere Schwellenauswechslungen, insbesondere auf Anfahr- und Bremsstrecken sowie Standplätzen warmer Reserven, hervorgerufen durch Schlabberwasser, Ölschwemmung und Glut.

Digitized by Google

III. Geringere Abnutzung der Schienen durch schweflige Kohlenoxydgase, insbesondere in Tunneln (für die Schweiz ebenso wichtig wie der Nächste).
IV. Verbilligung der Gleisunterhaltungsarbeiten in Tunnels wegen Entfalls der Arbeitseinstellung nach Befahren von rauchentwickelnden Dampflokomotiven.
V. Verbilligung der Hallenreinigungen und
VI. Schonung der Bahnhof-Blechbedachungen und Entfall der Fensterverrußung.

C. Mittelbare Vorteile.

1. Leichtere Zinsendienste wegen:
   a) Geringerer Anlagekosten durch die unter A 4 a-c erwähnten Vorteile.
   b) Kleinere Anzahl der erforderlichen Lokomotiven, bewirkt durch
   I. weniger Bauarten,
   II. kleineren Instandhaltungsbestand durch kürzere Dauer der Reparaturen und Entfall der Kesselrevisionen,
   III. geringeren Ersatzbestand durch Einführung von Ersatzdrehgestellen,
   IV. schnellere Dienstbereitschaft durch Vereinfachung des Vorbereitungs- und Abschlußdienstes sowie Entfall des Kohlen- und Wassernehmens und Entfall der dienstplanmäßigen Kesselwaschungen.
2. Ersparnisse an Pachtung oder Erwerb von Feuerschutzstreifen und Schadenersatzgeldern für Funkenflugschaden längs der Bahn.

Es kommen für die G. B. aber noch folgende, besondere verkehrstechnische Vorteile hinzu, die auch auf das Gesamtnetz der S. B. B. günstig einwirken werden:

Die natürliche Verkehrsentwicklung der G. B. hat verschiedentlich eine ständige Verlängerung der Züge erforderlich gemacht, die wieder größere und kräftigere Lokomotiven bedingten. Im Hinblick auf die großen, langen Steigungen einerseits und die vielen Gleiskrümmungen und Tunnels der G.B. anderseits konnte eine weitere Verlängerung der Züge unter Verwendung von Nachschublokomotiven, wegen der Entgleisungsgefahr, nicht ohne Bedenken durchgeführt werden. Auch die Verständigung zwischen dem Lokomotivpersonal der Zug- und Schiebelokomotiven untereinander durch hörbare Signale stößt bei langen Zügen, insbesondere in langen und gekrümmten Tunnels, auf erhebliche Schwierigkeiten. Mit Rücksicht auf den vorhandenen Unterbau und das Lichtraumprofil der Kunstbauten ist eine weitere Vergrößerung der Lokomotiven nur begrenzt möglich, während bei elektrischen Lokomotiven eine erheblich größere Leistung innerhalb der zulässigen Raddrücke noch ausführbar ist. Die begrenzte Leistungsfähigkeit der Dampflokomotive hat bei der G. B. bereits verschiedentlich die Teilung am Anfang einiger Strecken und nachträgliche Wiedervereinigung der Züge am Ende dieser Strecken insbesondere im Güterverkehr und bei den durchgehenden internationalen Schnellzügen erforderlich gemacht. Die hierfür benötigte Zeit hat aber die Reisezeit verlängert. Die hieraus sich ergebenden Fahrplanschwierigkeiten machten sich in der letzten Zeit bereits fühlbar und würden später im internationalen Wettbewerb wirtschaftliche Nachteile mit sich bringen. Bei elektrischem Betrieb der G. B. wird man zur Zurücklegung der 1263 km langen Strecke Berlin—Mailand später statt 23 h nur 20 bis 21 h benötigen und die 833 km lange Strecke Paris—Mont d'or—Lausanne—Mailand statt in 20 h schon in 16 h befahren können. Derartige Verbesserungen der Fahrpläne werden eine Erhöhung der Einnahmen bewirken und die spezifischen Betriebsausgaben wegen besserer Ausnutzung der Anlagen und des Personals verbilligen. Diese Wechselwirkung bei gleichzeitiger Betriebsverbilligung wirkt aber befruchtend auf viele Industrien und wird einem lange gehegten Wunsch der Schweiz betreffs Ausnutzung der 100000 Leerwagen „Schweiz-Ausland" der Ausführung näher bringen. Die Schweiz könnte auch, bei einer 20%-igen Verbilligung der Beförderungskosten, Zement und Granit des Gotthardmassivs sowie viele andere Erzeugnisse durch Ausnutzung der Leerwagen in die nordischen Länder Europas ausführen.

Bei den ersten Verhandlungen über die Möglichkeit der Elektrisierung der G. B. wurden auch die Vorteile des elektrischen Betriebes im Kriegsfalle erwähnt. Kohlenarme Länder, wie die Schweiz, Schweden, Italien u. a., die zum Betriebe ihrer Bahnen ausländische Kohle benötigen, sind im Kriegsfalle vom Auslande unabhängiger, wenn sie elektrischen Bahnbetrieb unter Ausnutzung ihrer Wasserkräfte rechtzeitig eingeführt haben. Dem Einwande: „der elektrische Betrieb sei von der Sicherheit der Kraftwerke abhängig", wird durch gegenseitige Verbindung mehrerer Kraftwerke vorgebeugt. Richtig angelegte Kraftwerke, insbesondere in gebirgigen Gegenden[1]), sind mindestens ebenso leicht, wenn nicht leichter zu verteidigen wie die Kohlenzufuhrstrecken und die an den Bahnen selbst liegenden Kohlenstapel. Auch die Bedenken wegen der leichten Zerstörbarkeit der elektrischen Fahrleitungen müssen fallen gelassen werden, da es sich ja noch in allen Kriegen gezeigt hat, daß der Angreifer, wenn er die bedrohten Strecken in seiner Macht hat, nicht nur Telegraphen- und andere Drähte zerstört, sondern auch die Gleise unterbricht und vor allem Brücken und andere Kunstbauten unbrauchbar macht. Die zur Wiederherstellung solcher Bauten erforderliche Zeit genügt aber vollauf, um in der Zwischenzeit die zerstörten Fahrdrähte wieder in Ordnung zu bringen.

Diese allgemeinen und für die G. B. besonders wichtigen Vorteile des elektrischen Bahnbetriebes haben die grundsätzliche Beschlußfassung des Schweizer Bundesrates erheblich erleichtert und beschleunigt.

Die Heranbildung eines theoretisch geschulten Personals wurde nach den wichtigen Entscheidungen als unbedingt erforderlich erkannt und an der eidgenössischen technischen Hochschule in Zürich ein Kursus für elektrischen Bahnbetrieb eingerichtet. Den von 5 Dozenten gehaltenen Vorträgen wohnten 84 Hörer, davon über die Hälfte vom eidgenössischen Eisenbahndepartement und den S. B. B. bei.

Die allgemeinen Unterlagen, die seitens der St. K. zur Verfügung standen, mußten teilweise für die endgültige Ausführung der G. B. erst besonders bearbeitet werden.

(Fortsetzung folgt.)

[1]) Ein Musterbeispiel für einen Maschinenraum dem kein feindlicher Flieger schaden kann, bietet das Kraftwerk Porjus der schwedischen Staatsbahn. Es versorgt die elektrische Vollbahn Kiruna—Riksgränsen (siehe „ETZ" 1915, S. 393) mit Strom. Der Maschinensaal ist 95 m lang und 11 m breit und liegt 50 m unter der Erde, in den Fels eingesprengt.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.[2])

Nr. 122.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden folgende Bestimmungen über die Prüfung und Beglaubigung von Zähleraggregaten erlassen.

Charlottenburg, den 22. Mai 1918.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
i. V. Hagen.

Bestimmungen über Prüfungen und Beglaubigungen von Zähleraggregaten.

Ein Zähleraggregat besteht aus Meßwandlern und einem oder mehreren Zählern.

Bei der Prüfung eines Zähleraggregates sind alle Nebenapparate (Leistungs-, Strom- und Spannungszeiger, Relais usw.), welche im Betriebe noch neben den Zählern von den Meßwandlern betätigt werden, anzuschließen. Statt der Nebenapparate selbst können Ersatzwiderstände und Spulen von entsprechendem Leistungsverbrauch und Leistungsfaktor eingeschaltet werden. Übersteigt der Widerstand der im Betriebe verwandten sekundären Zuleitungen eines Stromwandlers 0,15 Ω, so ist bei der Prüfung der entsprechende Widerstand einzuschalten.

In dem Prüfungs- oder Beglaubigungsschein wird jeder angeschlossene Nebenapparat angeführt und bei Mehrphasenzählern die Zugehörigkeit der Apparate sowie der Meßwandler zu den einzelnen messenden Systemen in den Zählern unter Angabe der Klemmenbezeichnungen festgelegt. Die Prüfung bzw. Beglaubigung wird hinfällig, wenn im Betriebe von der angegebenen Schaltung abgewichen oder der Leistungsverbrauch in den Sekundärkreisen der Meßwandler geändert wird, z. B. durch Zusetzen, Fortnehmen oder Austauschen von Nebenapparaten.

Die Beglaubigung des Zähleraggregates findet statt, wenn entweder

a) die Zähler einem solchen beglaubigungsfähigen System (⊟) angehören, für welches die Erweiterung der Meßbereiche durch die betreffenden Meßwandlerformen zugelassen ist,

   Anmerkung: Sind noch außerdem Zähler angeschlossen, für welche die genannte Voraussetzung nicht zutrifft, so erstreckt sich die Beglaubigung nicht auf diese Zähler, sondern nur auf die des erstgenannten Systems

oder

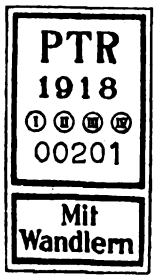
b) die Zähler beliebigen beglaubigungsfähigen Zählersystemen (⊟), die Meßwandler aber beglaubigungsfähigen Meßwandlersystemen (⊏⊐) angehören.

Daneben muß der § 11 der Prüfordnung erfüllt sein und das Aggregat die Beglaubigungsfehlergrenzen für Zähler bei der Prüfung einhalten[1]).

Stempelmarken für Zähleraggregate.

Verkehrsmarke
rot

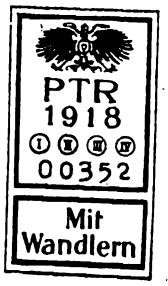
Hauptmarke



Nebenmarke

Beglaubigungsmarke
gelb

Hauptmarke



Nebenmarke

Zum Zeichen der vollzogenen Prüfung bzw. Beglaubigung werden Zähler und Meßwandler mit den obenstehend abgebildeten Stempelmarken versehen. Bei der Prüfung und Beglaubigung durch ein Prüfamt tritt an Stelle des PTR das Zeichen des betreffenden

[2]) „Zentralblatt für das Deutsche Reich" 1918, S. 205.

[1]) Für Zähleraggregate, welche aus einzelnen, für sich beglaubigten Meßwandlern und Zählern zusammengesetzt werden sollen, werden besondere Bestimmungen erlassen.

Digitized by Google

Prüfamts. Die Hauptmarke wird auf dem Zähler und je eine Nebenmarke gleicher Nummer auf jedem zugehörigen Meßwandler[1]) angebracht. Sind mehrere Zähler an dieselben Meßwandler angeschlossen, so erhält jeder Zähler eine Hauptmarke mit besonderer Nummer und jeder Meßwandler so viel Nebenmarken, wie Zähler an ihn angeschlossen sind. Bei der Beglaubigung eines Zähleraggregates nach a) erhalten die Zähler, auf welche sich gemäß der Anmerkung die Beglaubigung nicht erstreckt, nur die Verkehrsmarke für Zähleraggregate.

Der gegenwärtige Stand der Technik der elektrischen Kochapparate.[2])

Der vorliegende Bericht, dessen Hauptzweck ist, die Verwendung des elektrischen Stromes für Wärmezwecke zu fördern, ist unter den heutigen Kriegsverhältnissen besonders zu begrüßen, wo der Verband Deutscher Elektrotechniker, der in früheren Jahren das gleiche Ziel anstrebte, sich anderen wichtigen Arbeiten im Dienst des Vaterlandes hingibt.

Die Hauptmittel zur Erreichung des gewünschten Zieles ist die Verbesserung der bestehenden Apparate, und eine solche kann nur durch sorgfältige Untersuchung der vorhandenen und bisher gebräuchlichen Konstruktionen, durch deren systematische Prüfung und die Sammlung von Erfahrungen aus dem praktischen Betriebe angestrebt werden. Nach einer Statistik vom Jahre 1914 hatten von 115 400 Stromverbrauchern mit 220 000 kW Anschlußwert etwa 38 000 (also ungefähr ein Drittel) Anschluß für Wärmeapparate mit 20 170 kW oder etwa 9% des Gesamtanschlusses. Diese Wärmapparate verteilen sich etwa wie folgt:

26,3% für Bügeleisen,
3,5 „ „ Heizapparate,
1,6 „ „ Kochapparate,
1,4 „ „ verschiedene Wärmapparate

zusammen 33%

Seit 1914 und besonders während des Krieges hat der Anschluß von Wärmapparate in der Schweiz erheblich zugenommen.

Die untersuchten Apparate waren ausschließlich schweizerische Erzeugnisse. Die Wärmapparate, die in dem vorliegenden Bericht behandelt werden, sind Bügeleisen und Kochapparate, die zum Kochen im allgemeinen Sinn, also sowohl zum eigentlichen Kochen (Sieden) von Flüssigkeiten wie auch zum Schmoren, Braten und Backen dienen. Nicht behandelt werden eigentliche „Heiz"apparate, wie Zimmeröfen, Wärmschränke, Durchflußwasserwärmer, Heißluftduschen, technische Apparate, wie z. B. Lötkolben, Leimwärmer usw. Unter „Heizkörper" wird in der Folge stets derjenige Teil des Apparates verstanden, in dem unmittelbar die elektrische Energie in Wärme umgesetzt wird, und der aus dem eigentlichen Heizwiderstand und seiner Umhüllung besteht. Unter „Kochtopf" sei ein Apparat verstanden, in dem der Heizkörper fest eingebaut ist (direkte Heizung), hierunter fallen also auch Brat- und Backpfannen mit eingebauter Heizung. Im Gegensatz hierzu steht die „Kochplatte", die zum Aufsetzen eines gewöhnlichen Kochgeschirrs (Topf, Pfanne) dient (indirekte Heizung).

Die Untersuchungen und praktischen Erfahrungen mit den verschiedenen Apparaten haben ergeben, daß sich einzelne neuere Konstruktionen in allen Beziehungen gut bewährt haben. Die in der Prüfanstalt vorgenommenen Dauerproben haben vor allem den Unterschied zwischen guten und minderwertigen Konstruktionen ergeben. Daß die praktischen Erfahrungen im allgemeinen etwas weniger gute Ergebnisse verzeichnen ließen, liegt z. T. daran, daß noch viele Apparate älterer Bauart in Gebrauch waren, und die Apparate recht oft eine unzweckmäßige Behandlung erleiden. Die praktischen Eigenschaften sind aber die wichtigsten, weshalb auf Dauerhaftigkeit, Seltenheit von Reparaturen und Störungen, Handlichkeit und Bequemlichkeit, geringe Empfindlichkeit gegen außerordentliche Vorkommnisse das Hauptaugenmerk bei dem Bau zu richten ist, während andere, mehr rein technische oder wirtschaftliche, beispielsweise ein höherer Wirkungsgrad, erst in zweiter Linie angestrebt werden müssen.

Die Dauerversuche wurden bei den verschiedenen Apparaten in der Weise durchgeführt, daß so gut wie möglich die Verhältnisse des wiederholten praktischen Gebrauchs nachgeahmt wurden durch periodisches Erwärmen von Kochgut und Wiedererkaltenlassen. Außerdem steigerte man nach einer bestimmten Zahl von Gebrauchsperioden die Spannung um einen bestimmten Betrag, so daß diese schließlich um 50 bis 70% erhöht wurde, was einer Steigerung der normalen Effektaufnahme bis auf das 2- bis 3-fache der normalen gleichkommt. Bei Kochtöpfen wurde z. B. der Apparat mit Wasser gefüllt, der Strom eingeschaltet, bis zum Siedepunkt erhitzt, der Strom ausgeschaltet, das Wasser ausgegossen und der Apparat auf 20° C erkalten gelassen. Bei der Spannungssteigerungsprobe wurde die Spannung nach je 1000 Schaltungen um 10 V erhöht, angefangen bei der Normalspannung von 120 V; Bratpfannen mußten bei der Dauerprüfung 5 min lang „trocken gehen", d. h. ohne Kochgut durch den Strom erwärmt werden, und dann während 55 min auf Zimmertemperatur abkühlen. Bügeleisen wurden ähnlich wie Kochplatten (trocken gehend) unter Strom und bei natürlicher Abkühlung nach Abschalten des Stromes geprüft. Diese Proben gaben Werte für:

Bügeleisen	285	bis	1375	Gebrauchsperioden
Kocher	1050	„	7250	„
Bratpfannen	0	„	1270	„
Kochplatten	480	„	870	„

Für die Dauerhaftigkeit der Heizkörper selbst ergab sich bei mittlerer Gebrauchshäufigkeit laut Angaben der Prüfanstalt:

Bügeleisen	2	bis	8	Jahre
Kocher	2	„	10	„
Bratpfannen	2	„	4	„
Kochplatten	1	„	2	„

Auch nach den Mitteilungen aus der Praxis sind die Defekte an den Heizkörpern selbst seltener, bei Bügeleisen sogar verschwindend gering geworden, und kommen hier fast nur bei Fehlern in der Behandlung vor. Kocher brennen bei Trockengehen (für das sie eben nicht eingerichtet sind) noch öfter im Heizkörper durch, wesentlich seltener Brater und Kochplatten.

Zuverlässige Konstruktionen von Kochtöpfen, in die zum Schutz gegen das Trockengehen sogenannte „Temperatursicherungen" eingebaut werden, lagen der Kommission nicht vor. Derartige Sicherungen, bei denen ein eingebautes Schmelzstück aus leicht schmelzbarem Metall bei Erreichung einer zu hohen Temperatur den Heizwiderstand abschaltet, leiden unter dem Nachteil, daß zum Ersatz einer solchen Sicherung entweder der ganze Boden oder Mantel des Topfes abgelötet werden muß (zu welchem Zweck der Topf stets einem Klempner zu übergeben ist, wodurch Kosten entstehen), oder daß patronenähnliche Sicherungen von außen warmwasserdicht eingesetzt werden, was auf bedeutende konstruktive Schwierigkeiten stößt. (Hier sei bemerkt, daß es in Amerika verschiedene Firmen gibt, die temperaturgesicherte Apparate mit leichter Auswechselungsmöglichkeit der Hitzesicherung herstellen, Material hierüber lag jedoch auch dem Berichterstatter noch nicht vor.)

Die Hauptschwierigkeit beim Bau guter Heizkörper bleibt stets die Wahl des zu verwendenden Isoliermaterials. Asbest ist grundsätzlich auf das schärfste zu verwerfen, vor allem, weil es stark hygroskopisch ist und außerdem nach längerer Überanstrengung durch die Hitze zu zerbröckeln beginnt. Reiner Glimmer ist nach den Erfahrungen der Kommission das beste für fest eingepreßte Widerstände, trotzdem er bei Anwendung großer Hitze seine innere Struktur ändert und, falls er nicht mechanisch (durch Einpressen usw.) daran gehindert wird, in kleine Stücke zerfällt. Gegen den Gebrauch von „Glimmersurrogaten", worunter auch Mikanit gezählt wird, wendet sich die Kommission, nach den Erfahrungen des Berichterstatters sehr zu unrecht. Freilich ist zwischen Mikanit und Mikanit ein großer Unterschied. Es ist klar, daß jede Mikanitsorte, die z. B. für Drosselspulen, Kommutatorisolierung, Transformatoren und sonstige Maschinen und Apparate, in denen hohe Temperaturen nicht auftreten, gut geeignet ist, nicht ohne weiteres für Heizzwecke verwendet werden kann. Mikanit, das aus kleinen Glimmerstückchen besteht, die unter Zuhilfenahme eines Klebemittels durch Druck zu einem festen Körper zusammengefügt werden, leidet natürlich, wenn der Glimmer an sich keine guten Isolierfähigkeiten besitzt — und es gibt sehr viele und verschiedenartige Glimmersorten —, vor allem aber wenn ungeeignete Klebemittel von den Mikanitherstellern verwendet werden. Sind diese Bindemittel den Erfordernissen nicht angepaßt, sondern verkohlen oder schmelzen sie beim Gebrauch unter Zurücklassen von leitenden oder chemisch wirksamen Rückständen, die den Heizdraht angreifen, so ist ein damit hergestelltes Isoliermaterial für Heizzwecke natürlich ungeeignet. Den Anforderungen der Praxis entsprechend haben jedoch viele Mikanitfabriken vor dem Krieg die Herstellung besonderer Sorten von Heizmikanit aufgenommen, mit denen sehr gute Erfahrungswerte vorliegen, so daß gegen eine Verwendung von Mikanit im allgemeinen durchaus nichts einzuwenden ist.

Neuere Fabriken verwenden aus Tonerden, Chamotte- und Porzellanerden und entsprechenden Bindemitteln hergestellte Isoliermassen, die in Pulverform unter äußerst hohem Druck und gleichzeitiger Zuführung von Wärme zusammengepreßt werden, nachdem der Widerstandsdraht eingebracht wurde. Heizkörper dieser Art haben sich in den Dauerproben als besonders gut hitzebeständig und ebenso gut bei der Isolationsprobe erwiesen. Vielleicht muß dieser Art von Isolierung für Heizkörper nach dem Kriege auch in Deutschland mehr Beachtung als bisher geschenkt werden, auch mit Rücksicht auf den großen Bedarf an Glimmer, der später für Maschinen zu erwarten ist, und welcher stets aus englischen Kolonien bezogen werden muß.

Die mechanische Festigkeit der Heizwiderstände ist im allgemeinen gering, was auf den geringen zur Verfügung stehenden Raum und die Feinheit der Drähte zurückzuführen ist. Selbst das heute fast ausschließlich zur Verwendung kommende Chromnickel-Drahtmaterial, dessen spezifischer Widerstand ungefähr 1 Ω ist, und das hauptsächlich aus Amerika bezogen wird, kann nur in Form von sehr dünnen Drähten (bis zu 0,08 mm Durchmesser herunter) oder in entsprechend dünnen Bändern verwendet werden. Da der Widerstand eines Heizkörpers bei gleicher Leistung mit dem Quadrat der Spannung wächst, ergeben sich hieraus um so größere Schwierigkeiten, je höher die Betriebsspannung ist; je dünner der Draht, um so größer ist an sich schon die Gefahr des Durchbrennens. Um aber auch hier betriebssichere Konstruktionen zu erhalten, schlägt die Kommission vor, einen Mindestquerschnitt oder -durchmesser für bestimmte Widerstandsmaterialien zu verlangen.

Die Prüfung der Heizapparate auf Empfindlichkeit gegen zufällige Betriebsspannungserhöhungen zeitigten gute Ergebnisse, indem die geprüften neueren Erzeugnisse selbst nach mehrhundertfachem Trockengebrauch und mehrtausendfachem Naßgebrauch und selbst bei Überspannungen bis zu 60% über der normalen Spannung immer noch keine Defekte aufwiesen. Hierzu ist grundsätzlich zu bemerken, daß im allgemeinen Versuche mit niedrigen Spannungen günstiger als solche mit 220- oder 250-voltigen Apparaten ausfallen.

Die Prüfung des Isolationswiderstandes der Apparate wurde einmal mit 100 V Gleichstrom unter Zwischenschaltung eines sehr empfindlichen Galvanometers und außerdem mit 2000 V Wechselstrom zwischen Heizwiderstand und Metallteil während 5 min geprüft. (Die letztere Methode ist als die einzig richtige für Heizapparate anzusehen; der Verband Deutscher Elektrotechniker schreibt in seinen Normalien 1000 V vor. Der Berichterstatter.) Verwendet wurde hierzu ein 0,75 kW-Transformator, wobei die Spannung allmählich bis zu 1500 oder 2000 V, bzw. bis zum Durch- oder Überschlag erhöht wurde. Bei der Prüfung der meisten Apparate zeigten sich zwischen 1400 und 2000 V die bekannten Erscheinungen ungenügender Isolation, wie Knistern, vorübergehende Entladungen im Innern, aber mit Ausnahme vereinzelter, von Anfang an fehlerhafter Apparate erfolgte bis zur Spannung von 1500 V (bei Bügeleisen bis 2000 V) während 5 min kein bleibender Durchschlag.

Die Untersuchung von Kochtöpfen auf Körperschluß ergab, daß diejenigen, bei denen der Schutzboden nicht verlötet, sondern nur verschraubt ist, nicht genügen, da hierbei der Heizkörper gegen die beim Kochtopf unvermeidliche Feuchtigkeit ungenügend abgeschlossen ist. Die Hauptschwierigkeit bei der Abdichtung der Töpfe liegt aber bei der Durchführung der Zuleitungen zu den Anschlußstiften bzw. -leitungen. Hier wird vielfach unzweckmäßiges Isoliermaterial verwendet, das weder der Feuchtigkeit noch der auftretenden Hitze gewachsen ist, während in festgepreßtem Glimmer (mit guter Sicherung der Preßschrauben) das geeignete Material hierfür zu erblicken ist. Jedenfalls ist auf die sichere Isolation gegen Körperschluß wegen der Unannehmlichkeit elektrischer Schläge das allergrößte Gewicht zu legen. Die Verbindungen zwischen Heizkörper und Klemmen und im Heizkörper selbst bilden bei einigen Konstruktionen die Ursache von Defekten, viel mehr als Fehler im Heizkörper selbst; allerdings ist die Herstellung richtiger Stromverbindungen das schwierigste. Das Widerstandsmaterial Nichrom läßt sich nicht löten (Hartlot zerstört den Draht), am besten bewährt sich das Einpressen der Drahtenden in feste Metallteile (Stahl o. dergl.).

[1]) Die gelbe Nebenmarke auf dem Meßwandler besagt nicht, daß dieser selbst beglaubigt ist, das Zeichen hierfür ist ein Metallschild (vgl. Bekanntmachung 98c, „ETZ" 1915, S. 35*).

[2]) Erster Bericht der Kommission für Koch- und Heizapparate, erstattet nach Ergebnissen von Versuchen der Praxis vom Generalsekretariat des Schweizerischen El. Vereins. Bulletin des S. E. V., Bd. 8, S. 1 ff.

Digitized by Google

Den schwächsten Punkt der Kochapparate und die häufigste Ursache vorkommender Störungen (elektrische Schläge, Kurzschlüsse und Reparaturen) bilden die Zubehörteile: Klemmen, Steckkontakte, Schnüre und Schalter. Die leitenden Verbindungen zwischen Heizkörper und den am Apparat befindlichen Steckstiften sind vielfach durch bloßes Unterklemmen dünner Drahtenden zwischen Unterlagscheiben hergestellt, statt vernietet oder fest verschraubt und gesichert zu sein. Die Isolation der Steckstifte ist häufig ungenügend und verkehrt durch Zuhilfenahme von Materialien, die weder Wärme noch Feuchtigkeit aushalten, z. B. Hartgummi, Harzstoffe usw.; Porzellan und vor allem Steatit sind hier einzig und allein am Platze. Die Stifte von 4 mm Durchmesser, wie sie vom V. D. E. noch zugelassen werden, sollten höchsten für ganz kleine Apparate noch Verwendung finden, bei größeren sollten nur 6-mm-Stifte und größere genommen werden. Auch bei der Ausbildung der an der Zuleitung sitzenden Steckvorrichtung (Steckdose) wird z. T. noch viel gesündigt, eine Tatsache, die leider noch heute bei in Deutschland angefertigten Apparaten festzustellen ist. Die genaue Befolgung der vom V. D. E. erlassenen Vorschriften dürfte diesem Mangel aber in zufriedenstellender Weise abhelfen. Die Tatsache, daß die zu Kochern und Bügeleisen gehörigen Schnüre vielfach gänzlich unzulänglich und schlecht sind, rührt z. T. daher, daß sie nicht stets von den Heizapparatfabriken mitgeliefert sondern oft von Installateuren oder Monteuren nachträglich angebracht werden, die sich über die Wichtigkeit der Wahl nur erstklassigen Materials für diesen Zweck durchaus nicht im klaren sind. Bei Bügeleisen muß in erster Linie darauf geachtet werden, daß die Schnur selbst steif genug und die meist als Übergangsmittel verwendete Drahtspirale nicht allzu steif ist. Bei kompletten Kocheinrichtungen (Herden usw.) sollten überhaupt keine Einzelschnüre verwendet, sondern die Zuleitungen als einzige, starke, biegsame Leitung in den Herd und dort zu Schaltern für die einzelnen Stromkreise geführt werden, wie dies mehrere deutsche und amerikanische Firmen seit längerer Zeit tun.

Die Kommission stellte weiter die Forderung einer grundsätzlichen Erdung der Metallkörper der Heizapparate auf, ein Punkt, über den sich die verschiedenen Kommissionen des V. D. E. wegen der vielen Schwierigkeiten der Materie noch nicht geeinigt haben. Der Hauptgrund, der dagegen spricht, ist — von konstruktiven Schwierigkeiten in Einzelfällen abgesehen — die Tatsache, daß eine nicht ganz und stets einwandfreie Erdung schlechter und gefährlicher ist als gar keine Erdung. Bei Herden und sonstigen größeren Apparaten sollte die Erdung, die hier leicht durchführbar ist, stets gemacht werden.

Ein Punkt, der leider von der Kommission in ihrem Bericht nicht erwähnt wird, ist die äußerst schlechte und unzureichende Ausführung vieler Drehschalter, die in und an Heizapparaten (wie Zimmeröfen, Herden usw.) eingebaut sind. Derartige Schalter, die für Beleuchtungsanlagen ausreichen mögen, genügen für Heizapparate in keiner Weise, da sie weder den erhöhten Anforderungen für Wärme, Schaltleistungen, Isolation und mechanische Festigkeit Rechnung tragen. Hier sollten die Schalterfabriken den vielen amerikanischen und englischen Fabriken nachstreben, die einwandfreie Heizschalter in großer Anzahl herstellen. Hierdurch würden viele Klagen über Störungen im Betrieb elektrischer Heizanlagen fortfallen.

Die Kommission macht in einem weiteren Kapitel Verbesserungsvorschläge für einzelne Arten von Kochapparaten, die sich die betreffenden Fabriken wirklich zu Herzen nehmen sollten, und behandelt auch die alte vielumstrittene Streitfrage, ob direkt beheizten Kochern oder Kochplatten und Herden der Vorzug für die Praxis zu geben sei. Auch hier wird dem Herd der Vorzug zugesprochen, während Kochtöpfe vielfach nebenher und unabhängig von Herden zu verwenden sind.

Des weiteren wird der Wirkungsgrad von Kochapparaten ausführlich behandelt und auch Schaulinien einzelner Versuche mit Kochern und Kochplatten wiedergegeben, die im Prüffeld aufgenommen wurden. Im einzelnen weichen diese Versuchsergebnisse bei den verschiedenen Konstruktionen naturgemäß ziemlich stark voneinander ab. Während die Wirkungsgradbestimmung der Bratpfannen als für die Praxis unwesentlich hier fortgelassen werden soll, mag die Wärmeverteilung von Kochern und Kochplatten nachstehend wiedergegeben werden, wenn auch ihrem Wert für den praktischen Gebrauch nicht entscheidender Einfluß beizumessen ist.

Die ferner geschilderten Wirkungsgradbestimmungen von elektrischen Bügeleisen sind eigentlich nur für den Fabrikanten, nicht aber für die Verbraucher oder die Elektrizitätswerke von Interesse, da für letztere einzig die Bequemlichkeit und Rentabilität neben der gefahr- und störungsfreien Handhabung von Bedeutung ist.

Apparatenart	Verluste: Ableitung nach außen %	Verluste: Wärmekapazität des Apparates %	Mittlerer Wirkungsgrad %	Wirkungsgrad beim Fortkochen %	Bemerkungen
Kochtöpfe	6 bis 11	10 bis 25	70 bis 81	80 bis 89	
Kochplatten mit aufgestelltem Wassergeschirr . .	7 bis 20	30 bis 40	40 bis 65	70 bis 80	einschließlich der Wärmekapazität des aufgesetzten Gefäßes.

Viel wichtiger als der Wirkungsgrad ist für die Elektrizitätswerke die Momentanleistung besonders der größeren Apparate wie Bratöfen, Herde, Durchflußwasserwärmer, Zimmeröfen usw., da sie unter Umständen entscheidend für die Leitungsnetzberechnung und Tarifbestimmung des stromliefernden Werkes sein kann. Dies geht schon aus der Tatsache hervor, daß eine größere bürgerliche Haushaltung, die für Beleuchtung vielleicht eine Höchstleistung von 250 bis 300 W beansprucht, für eine vollständige elektrische Küche wenigstens 2000 bis 3000 W zur Verfügung haben muß, ohne daß dieser Leistung ein entsprechend hoher Energieverbrauch gegenübersteht.

Der Schluß des Berichtes behandelt die Maßnahmen zur Vervollkommnung der marktgängigen Apparate. Im Gegensatz zum V. D. E., der sich mit der Aufstellung von Normalien für den Bau von elektrischen Koch- und Heizapparaten begnügte, kommt die Kommission des S. E. V. zu dem Schluß, daß eine Normalisierung ohne gleichzeitige Prüfvorschriften nicht genüge. Es wäre hiernach eine Art Systemprüfung — ähnlich dem für Elektrizitätszähler in vielen Ländern bestehenden Prüfzwang — vorzusehen, nach der einem Prüfamt von jeder Arparategattung (gegebenenfalls auch für jede Spannung) ein oder zwei Stück einzusenden sind. Dieses Prüfamt hat die Erfüllung der konstruktiven Normalvorschriften, die Eigenschaften für den praktischen Gebrauch durch Vornahme von Gebrauchsproben, Überanstrengungsversuchen, Isolationsprüfungen in trockenem und feuchtem, kaltem und warmem Zustand, Wirkungsgradermittlungen usw. nachzuprüfen und dem Einsender ein Zeugnis über die Prüfung auszustellen. Damit würde das Recht erworben, die betreffenden Apparate durch Nummern, Zeichen oder Worte gekennzeichnet als solche in den Handel zu bringen, welche diese Systemprüfung bestanden haben, mithin also eine Einrichtung für elektrische Heizapparate geschaffen, wie sie für optische, physikalische, feinelektrische u. a. Apparate in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, für Materialien im Kgl. Material-Prüfungsamt usw. seit langem besteht. Diese so sehr wichtige und einschneidende Maßnahme wurde seinerzeit auch vom V. D. E. in Erwägung gezogen, die hier beratenden Fachleute aus der Industrie, Vertreter der Elektrizitätswerke und Vorstände bestehender Prüfungsanstalten anderer Art kamen aber zu der Überzeugung, daß eine Einführung solcher Zwangsmaßnahmen auch ohne Rücksicht auf die sehr hohen entstehenden Kosten heute noch nicht empfehlenswert ist, da sie, ohne eine Gewähr für absolute Sicherheit zu bieten, Fortschritte hemmen und einen neuen aufstrebenden Industriezweig in seiner Entwicklung behindern könnte. Genau wie bis vor kurzem viele Elektrizitätswerke anormale oder veraltete Kabel und Leitungen aus Ersparnis- oder sonstigen Gründen in ihrem Bezirk verlegten und die bestehenden Normalien unbeachtet ließen, oder wie gegen die Verwendung minderwertigen Materials bei Installationen kein sicherwirkendes Kraut gewachsen ist, hat eine solche Zwangskontrolle keinen absoluten Wert. Was hilft eine solche Kontrolle z. B., wenn ein Klempner eine Reparatur an einem Apparat vornimmt und dieser dadurch trotz seiner amtlichen Prüfung zu einem anormalen, wenn nicht vielleicht sogar gefährlichen wird? Vorläufig genügt eine Aufstellung von Konstruktions- und Prüfungsnormalien und eine Kontrolle durch die stromliefernden Werke, dann scheidet das Minderwertige von selbst aus, und das Gute bricht sich weiter Bahn zum Wohl des verbrauchenden Publikums wie des Stromlieferers.

Zur weiteren Vervollkommnung und Verbreitung der elektrischen Kochapparate ist aber auch die Verbilligung der Apparate anzustreben. Diese muß aber den Fabriken selbst in deren eigenstem Interesse überlassen bleiben.

Das meiste des in dem besprochenen Bericht Erwähnten läßt sich, soweit es nicht oben schon widerlegt ist, auch auf die Verhältnisse in Deutschland übertragen. Die Schweiz hat zwar in der Verwertung ihrer großen Wasserkräfte mehr unmittelbare Ursache für die Ausnutzung der Elektrizität für Wärmezwecke, jedoch auch in Deutschland sind für Überlandzentralen und Werke mit wenig Motorenbelastung ähnliche Vorbedingungen gegeben. Man kann in dieser Beziehung, wie schon oft an dieser Stelle erwähnt wurde, von den in mancher Beziehung mustergültigen amerikanischen Vorbildern und Verhältnissen, wie sie in einigen englischen Bezirken anzutreffen sind, viel lernen. In jedem Fall können aber derartige Berichte wie der vorliegende des S. E. V. der guten Sache nur nützen und sind daher von allgemeinen Gesichtspunkten aus freudig zu begrüßen. Steinhardt.

Die elektrochemische Industrie Italiens.[1])

Die zahlreichen, zur Verfügung stehenden Wasserkräfte, namentlich in Oberitalien, haben in Italien stark zur Ausdehnung der elektrischen Industrie beigetragen. In den letzten vier Jahren vor dem Kriege erhöhte sich die Zahl der elektrischen Anlagen in der Lombardei von 1582 auf 2148. Die elektrochemische Industrie findet sich dort ebenfalls am weitesten verbreitet. In der Lombardei ist von der Società Anonima Ferriere di Voltri in Darfo (Prov. Brescia) seit 1908 eine leistungsfähige Kalziumkarbidfabrik in Betrieb genommen worden. Sie benutzt die Wasserkraft des Dezzo. Die Öfen können täglich 4 t Karbid herstellen. Die Sodafabrikation auf elektrolytischem Wege ist durch die im Jahre 1906 begründete Società Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro (Kapital 6 Mill. Le) aufgenommen worden. Das gewonnene Chlor wird zur Fabrikation von Chlorkalk, ein Teil zur Herstellung von Natriumhypochlorit verwendet. Eine kleinere Anlage gestattet ferner die Erzeugung von flüssigem Chlor. Die letzte Jahreserzeugung vor dem Kriege betrug 5250 dz fester kaustischer Soda, 67 150 dz flüssiger kaustischer Soda von 38° Bé, 46 320 dz Chlorkalk und 10 470 dz Natriumhypochlorit. Die dritte elektrochemische Anlage in der Lombardei ist die Salpetersäurefabrik der Officine Elettrochimiche Dott. Rossi, Legnano, die gleich der Fabrik von Patsch bei Innsbruck nach dem Verfahren von Pauling arbeitet und die Salpetersäure durch Umwandlung des atmosphärischen Stickstoffs in 18 elektrischen Öfen von je 500 kW gewinnt. Neben Salpetersäure wird ferner chlorsaures Kali hergestellt, was die frühere Einfuhr aus Frankreich und England stark einschränkte. Die letzte Jahreserzeugung vor Kriegsausbruch stellte sich auf 12 000 dz Salpetersäure von 36 bis 42 Bé und 5800 dz chlorsaures Kali.

In der Landschaft Piemont hat die im Jahre 1899 gegründete Società Industriale Elettro-Chimica di Pont Saint Martin die Erzeugung von Kalziumkarbid bereits seit mehreren Jahren aufgegeben und ist zu einer reinen Elektrizitätsgesellschaft geworden. In unmittelbarer Nachbarschaft, in Saint Marcel, Valle d'Aosta, besitzt die Società Piemontese per la Fabbricazione del Carburo di Calcio e Prodotti affini (Kapital 2 Mill. Le) eine Anlage für die Erzeugung von Kalziumkarbid und Kalkstickstoff, die durch eine Wasserkraft aus der Dora Baltea versorgt wird. Vorhanden sind zwei Tofani-Öfen von 1875 und 900 kW; geeigneten Kalk liefern die Brüche von Meana di Susa. Die jährliche Erzeugung beläuft sich auf rd 24 000 dz. Ein Teil des gewonnenen Kalziumkarbids findet Verwendung zur Erzeugung von Kalkstickstoff nach dem deutschen Verfahren von Linde mit einer Jahreserzeugung von etwa 29 000 dz. Ferner werden Ferrosilizium, Silizium und schwefelsaurer Baryt hergestellt. Die Anlage arbeitet während des Sommers ununterbrochen Tag und Nacht, im Winter dagegen in Rücksicht auf den sonstigen Stromverbrauch nur nachts.

[1]) Nach Pfitzner „Zeitschr. f. angew Chemie" Bd. 30 S. 821.

Digitized by Google

In der Landschaft Umbrien folgt im Neraltal, oberhalb Terni, eine Reihe von bedeutenden Anlagen, unter denen zwei Betriebe ausschließlich der Erzeugung elektrischer Kraft und nur mittelbar der elektrochemischen Industrie dienen. Die Società Italiana per il Carburo di Calcio (Kapital 14 Mill. Le) errichtete bereits im Jahre 1896 unter Benutzung der großen Wasserkräfte des Velino die erste Kalziumkarbidfabrik in Italien. Sie besitzt heute die drei Fabriken Collestate, Papigno und Narni mit eigenen Zentralen sowie die beiden Elektrizitätswerke Papigno und Ceroara. Der größte Teil der erzeugten Energie wird in den eigenen Betrieben verwendet. Die Fabrik Collestate arbeitet seit 1897 und erzeugte zuerst Kalziumkarbid. Seit 1908 ist die Fabrikation von Kalziumzyanamid aufgenommen und die von Kalziumkarbid immer mehr eingeschränkt worden. Der Stickstoff wird direkt aus der Luft gewonnen durch zwei Anlagen, die 125 bzw. 400 m³/h erzeugen. Die Einrichtung liefert 15 t Kalkstickstoff täglich. Ferner werden in der Fabrik bis 15 t schwefelsaures Ammonium täglich erzeugt. Die Kalziumkarbidfabrik Papigno besitzt eine Leistungsfähigkeit von 60 t täglich und liefert über ²/₃ der Gesamterzeugung der Gesellschaft. Die Fabrikation erfolgt nach einem besonderen, der Gesellschaft patentierten Verfahren. Die Kalziumkarbidfabrik Narni ist im Jahre 1908 in den Besitz der Gesellschaft übergegangen. Das Werk hat eine Leistungsfähigkeit von 40 t täglich. Zwei weitere Kalziumkarbidfabriken, die nicht der vorgenannten Gesellschaft gehören, befinden sich in Foligno und Salifano.

Die der Gesellschaft Fabbrica Italiana di Carburie Derivati gehörige Fabrik in Foligno hat in den letzten Jahren ihre Erzeugung an Kalziumkarbid mehr und mehr eingeschränkt und dafür die Fabrikation von Schwefelbaryum, Baryumoxyd und versuchsweise von Schwefelnatrium aufgenommen. Die Fabrik stellt ferner für die Gerberei ein Enthaarungsmittel, auf der Basis von Baryumsalzen her, sowie ein anderes Präparat unter dem Namen Sulphur Umbria, welches das Schwefelnatrium in der Färberei ersetzen soll. Die elektrische Kraft liefert die Zentrale der Gemeinde Foligno. In Salifano befindet sich dann noch eine kleinere Anlage zur Herstellung von Kalziumkarbid.

In den Abruzzen befindet sich die chemische Fabrik der Società Italiana di Elettro-chimica, welche an der Bahnlinie Rom—Castellammare Adriatico gelegen ist und 400 Arbeiter beschäftigt. Sie erhält elektrische Kraft für ihren Betrieb von den beiden Zentralen am Ticino und am Primo salto del Pescara. Die Anlage stellt mit Hilfe von Steinsalz etwa 3400 t kaustischer Soda jährlich her. Bei der Elektrolyse werden als Nebenprodukt noch gegen 250 t chlorsaures Natrium gewonnen. Weiterhin werden 5000 t Chlorkalk, flüssiges Chlor, 500 t reine Salzsäure und 50 t Tetrachlorkohlenstoff erzeugt. Im elektrothermischen Verfahren werden in zwei Einphasenöfen von je 530 kW jährlich 1200 t Eisensilikat von 50 % und in einem Drehstromofen von 1500 kW etwa 4000 t Kalziumkarbid hergestellt. Der Absatz der Erzeugung beschränkt sich ausschließ ich auf Italien. Ausschließlich Kalziumkarbid stellt eine Anlage der Società Industriale Italiana in Capistrella (Provinz Aquila) her. —z.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Die inneren Verhältnisse in einem Wellenempfänger der Audiontype.

[The Electrician, Bd. 80, 1917, S. 112.]

An einem Wellendelektor, der nach Art der Audionröhre aus Glühfaden, Gitter und Anodenplatte im Vakuum besteht, untersuchte R. Bown die im Inneren der Röhre bestehenden Beziehungen. Er wandte dabei die Schaltung Abb. 1 an, die von der gewöhnlich in der Praxis verwendeten nur insofern abweicht, als die Meßinstrumente, die Potentiometerschaltung, die Schlüssel zum Kurzschließen und ein künstlicher Schwingungskreis anstatt der Antenne hinzugefügt sind. Mit dieser Anordnung nimmt er die Kurven Abb. 2—typische Vertreter einer großen Anzahl von aufgenommenen Zusammenhängen — auf, bei denen die Voltzahlen an den Kurven das Potential angeben, auf das die Anode aufgeladen war. Ein positiver Stromwert zeigt ein überwiegendes Vorhandensein von Elektronen, ein negativer ein Mehr von positiven Ionen an, die zu der der Kurve entsprechenden kalten Elektrode fließen, wenn eine Halbwelle auf dieselbe auftrifft.

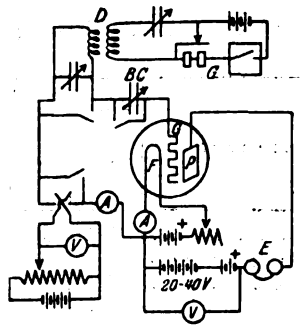


Abb. 1.

Am charakteristischsten ist dabei die Gitterstromkurve, deren Nullpunkt bei eingeschaltetem Blockkondensator gewonnen wurde.

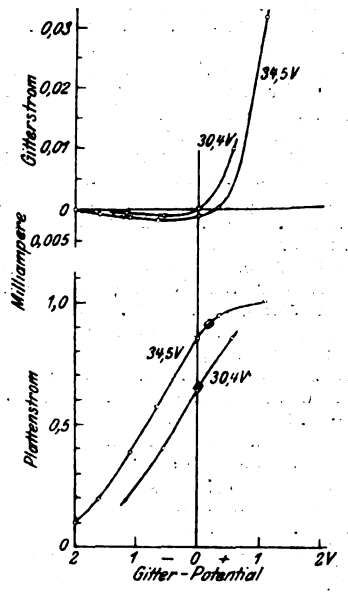


Abb. 2.

Eine Krümmung in der Plattenstromkurve, die sich dem Gitterpotential proportional ändert, besitzt untergeordnete Bedeutung, dagegen hängt die Gestalt der Gitterstromkurve von Anodenpotential und Fadentemperatur ab. Erhöhung des ersteren c. p. bewirkt eine Verrückung der Kurve nach rechts und unten, eine höhere Fadentemperatur eine Verschiebung nach links und oben. Durch Änderung von beiden kann man es erreichen, daß die Krümmung in der Gitterstromkurve an die gewünschte Stelle kommt. Einfluß darauf hat außerdem noch die Gestalt der Elektroden und die Natur und der Druck des in der Röhre befindlichen Gases.

Eine Erklärung für die Form der Kurve findet Bown in Ionisationserscheinungen innerhalb der Glocke, wobei er sich in seiner Ansicht an Langmuir[1]) und Richardson[2]) anschließt. Nur muß hier noch bedacht werden, daß in dieser Röhre das elektrische Feld durch das Gitter und ein ionisierbares Gas, die bei Langmuir fehlen, beeinflußt wird.

Wegen des niedrigen Gitterpotentials ist das Feld zwischen Gitter und Glühfaden nur klein. Nimmt man an, daß kein Gas vorhanden ist, so ist die Schirmwirkung des Gitters für die Elektronen und Ionen nahezu vollständig. Während diese durch Einführung des Gases gewissermaßen vernichtet wird. Es bilden sich bei Gegenwart von Gas positive Ionen, die sich mit Elektronen zusammen in den Gitterzwischenräumen ansammeln. Dadurch kann die Anode mehr Elektronen anziehen als wenn Elektronen allein vorhanden wären. Die Größe der Ordinaten der Kurven, Abb. 3, die zudem Ähnlichkeit mit den von Langmuir an Röhren ohne Gitter aufgenommenen Kurven haben, bezeugen die aufhebende Wirkung von Gitter und positiven Ionen.

Ein Gitter mit negativem Potential kann nur wenig positive Ionen anziehen, dagegen belädt sich das positive Gitter mit vielen Elektronen, weil eben viel mehr Elektronen vorhanden sind. Beweis dafür ist das steile Ansteigen der Kurven oberhalb 0.

Durch Erhöhung des Anodenpotentials werden mehr positive Ionen gebildet und mehr Elektronen von der Anode angezogen. Will man eine größere Anzahl Elektronen auf dem Gitter halten, muß dieses wiederum höher geladen werden. Der günstigste Teil der Anodenstromkurve liegt über dem in Abb. 2 durch □ bezeichneten Punkt, d. h. dem Punkte, der den günstigsten Ausgleich zwischen negativen und positiven Ionen bedeutet. Ein guter Ausgleich zwischen beiden wird hauptsächlich durch eine günstige Temperatur des Glühfadens geregelt. Geringerer Gasdruck erfordert ein höheres Anodenpotential, deshalb muß bei mit der Zeit härter werdenden Röhren das Anodenpotential allmählich gesteigert, oder es muß der ursprüngliche Druck durch Erhitzen der Glasglocke wieder hergestellt werden. Der Verfasser machte seine Versuche mit den Restgasen einer gewöhnlichen Pumpe unter einem Druck von 0,005 bis 0,010 mm Quecksilber.

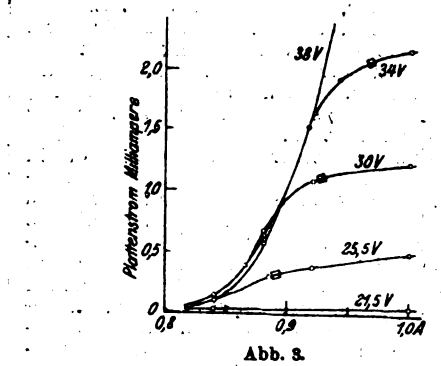


Abb. 3.

Die Form einer Gas enthaltenden Röhre ist für die maximale Empfindlichkeit eines Detektors von geringem Einfluß, dagegen spielt sie bei Verstärkern, da es hier auf das magnetische Feld ankommt, eine große Rolle.

Starke Steigerung des Anodenpotentials bewirkt eine leuchtende hellblaue Entladung zwischen Gitter und Platte, die sich unter besonderen Bedingungen bis zum Glühfaden ausdehnt oder gar die ganze Röhre au füllt, und der oft ein Knattern im Telephon vorausgeht. Die Steigerung des Anodenpotentials bewirkt stärkere Ionisation und infolgedessen stärkeren Anodenstrom, welcher wieder die Ionisation steigert. Der Verfasser nennt dieses gegenseitige Einwirken progressive Ionisation. Sie kann von etwa 25 V an bis zu einem kritischen Punkt (37,5 V) beobachtet werden, in dem das blaue Licht erscheint. Die Kurven Abb. 4 zeigen Charakteristiken für verschiedene Anodenpotentiale.

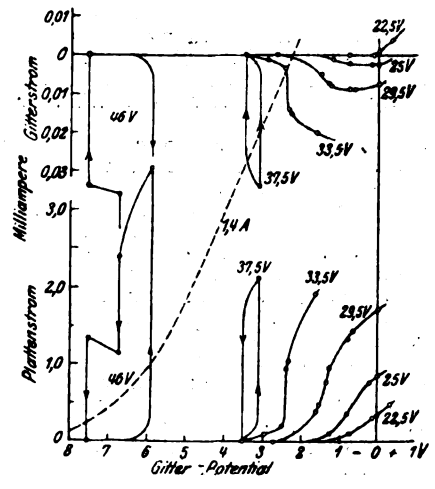


Abb. 4.

Die 22,5 V-Kurven gelten für einen normalen Detektor, die bei 25 bis 33,5 V für einen schlechten Detektor, aber günstigen Verstärker, und die oberhalb 33,5 V gewonnene Kurve zeigt, daß eine solche Röhre zu beiden unbrauchbar ist.

Die öfter erwähnte Ansicht, daß die große Empfindlichkeit der Röhre auf progressiver Ionisation beruhe, kann Bown durch seine Versuche nicht bestätigt finden. *Mg.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Behandlung der Glaskörper von Quecksilberdampf-Gleichrichtern.

[Electrical World, Bd. 70, S. 296.]

Die Straßenbeleuchtung in Boston wird durch Magnetitbogenlampen in Reihenschaltung an Konstantstrom-Transformatoren bewirkt. Da die Magnetitlampe eine Gleichstromlampe ist, muß der hochgespannte Wechselstrom (bis zu 6000 V) mittels Quecksilberdampf-Gleichrichter in Gleichstrom umgeformt werden. Derartige Systeme sind in Amerika be-

[1]) Langmuir. Phys. Review 1913, Bd. II, Ser. II, S. 450.

[2]) Richardson. The emission of electricity from hot bodies. Chap I u. II.

Digitized by Google

kanntlich sehr verbreitet, ursprünglich mit Reinkohlen-Dauerbrandlampen, die später bei steigendem Lichtbedarf gegen Magnetitlampen ausgewechselt wurden. Die Einheitsstromstärke beträgt 4 A. In Boston wurde jedoch schon vor Jahren die erste Ausnahme mit einer 6,6 A-Reihenschluß-Magnetitlampe (etwa 500 W, 1300 $HK_{\bigcirc}$), gemacht, um dem gesteigerten Lichtbedürfnis dieser Großstadt zu genügen. (Für europäische Verhältnisse ist auch diese Beleuchtung, die Berichter aus eigener Anschauung kennt, recht bescheiden.) Entsprechend der erhöhten Stromstärke, mußte auch der Hochspannungs-Quecksilberdampf-Gleichrichter umkonstruiert werden.

Der vorliegende Artikel behandelt die Erfahrungen, die mit den zugehörigen Glaskörpern gemacht wurden. Während die alten 4 A-Glaskörper ziemlich gleichbleibend eine mittlere Lebensdauer von 2500 bis 3000 h haben, ist die Lebensdauer der neuen Glaskörper für 6,6 A noch starken Schwankungen unterworfen. Bis zum Jahre 1913 betrug sie im Mittel 2089 h, nach dem Stande vom 1. XII. 1914 war sie dagegen auf rd 1300 h heruntergegangen. Seitdem hat sich das Fabrikat weiter verschlechtert, u. zw., was für die deutsche Industrie von besonderem Interesse ist, weil Amerika infolge des Krieges nicht mehr die geeigneten Glassorten und gewisse andere notwendige Stoffe einführen konnte. Es wurde also in Amerika eine geringwertige „Kriegsausführung" geschaffen, deren zulässige Beanspruchung herabgesetzt werden mußte. Außerdem hat man darauf zurückgegriffen, aus älteren Lagerbeständen solche Glaskörper wieder herauszugeben, deren Inbetriebnahme unter früheren Verhältnissen nicht mehr als lohnend angesehen wurde. Eine Lebensdauergarantie wird von der Lieferantin in Höhe von 400 Betriebsstunden im Mittel, bezogen auf 6 Monats-Perioden, gewährt, hat aber für die Praxis nicht viel Bedeutung, da es immer noch vorkommt, daß ein einzelner Glaskörper 8000 bis 10 000 h aufweist, und damit den Durchschnittswert über die Garantiegrenze hebt, selbst wenn die meisten anderen Glaskörper darunter bleiben. Hier macht sich die bekannte Erfahrung geltend, daß eine mangelhafte Fabrikation von Vakuumröhren nicht etwa in gleichmäßig verringerter Lebensdauer der Rohren zum Ausdruck kommt, sondern in ungleichmäßiger Lebensdauer, so zwar, daß Individuen von sehr hoher Lebensdauer mit solchen von geringer in unkontrollierbarer Weise abwechseln.

Auf die deutsche Praxis ist der Inhalt des Artikels nicht übertragbar, da Quecksilberdampf-Gleichrichter für Hochspannungs-Reihenschaltung bei uns nicht vorkommen. Glaskörper für Niederspannung wurden bei uns bis zum Anfang des Krieges in nennenswerter Menge aus Amerika eingeführt, doch wurde während des Krieges die Fabrikation in Deutschland vollkommen eingerichtet und hat, in bemerkenswertem Gegensatz zu den berichteten amerikanischen Kriegserfahrungen, zu wesentlichen technischen Fortschritten geführt. Dem Zusammenarbeiten von „AEG" und Glaswerk Schott ist es gelungen, Glaskörper für 100 A und 250 V herzustellen und d durch eine neue 25 kW-Einheitstype des Quecksilberdampf-Gleichrichters zu ermöglichen. Durch Parallelschaltung derartiger Einheiten kann auch noch ein Mehrfaches dieser Leistung von der Glastype des Quecksilberdampf-Gleichrichters gedeckt werden, während das Anwendungsgebiet der Eisentype sich nach höheren Leistungen und Gleichstromspannungen verschiebt. *N.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Hilfsdienst der elektrischen Bahnen in den Vereinigten Staaten.

[Electr. Railway Journ., Bd. 50, S. 714 u. 847.]

In den Vereinigten Staaten wurde kürzlich in einer Sitzung der „American Electric Railway Association" vom 2. XI. 1917 auf den Vorschlag des „Committee on Military Traffic" ein „Kriegsamt zur Organisierung elektrischer Bahnen" gegründet, das in Sachen elektrischer Bahnen mit der Regierung zusammengehen soll. Das Amt besteht aus 5 Mitgliedern und hat seinen Sitz in Washington. Seine Aufgabe ist, zu untersuchen, in welcher Weise die elektrischen Bahnen ihren Betrieb in den Dienst des Frachtverkehrs des Landes stellen können, ferner mit dem Beförderungskomitee des „Council of National Defense" engen Zusammenhang herzustellen, sowie die wirtschaftlichen Vorteile und größere Ausnutzung der Leistungsfähigkeit der elektrischen Güterbeförderung gegenüber Dampfbahnen und Lastkraftwagen festzustellen.

Wie auch immer die Handelsbeziehungen sich nach dem Kriege gestalten mögen, so liegt nach Ansicht der Sachverständigen kein Grund zu der Annahme vor, daß im Frideen geringere Anforderungen an die Leistung des Beförderungswesens gestellt werden. Wenn die industrielle Leistungsfähigkeit auf dem Weltmarkt weiter wettbewerbsfähig sein solle, so müßten auch die städtischen Bahnnetze in weit besseren Zustand gesetzt werden, als sie jetzt seien. Es sei daher äußerst wichtig, daß sich die elektrischen Bahnen zusammenschlössen, um jemand zu haben, der für sie als Ganzes spricht und mit den betreffenden Behörden Einzelfälle verhandelt. Ebenso wichtig sei es, daß, welches Verfahren auch von der Regierung eingeleitet werde, es für alle in gleicher Weise gültig sei. Einseitiges Handeln würde hierfür keine Gewähr geben.

Um der Regierung nun ein klares Bild von dem gewünschten Hilfsdienst elektrischer Bahnen zu geben, stellte das „Committee of the Central Electric Railway Association" einen Übersichtsplan der gegenwärtig betriebenen Eisenbahnlinien auf und gab gleichzeitig genaue Einzelheiten über Straßenbahn- und Fernleitungen, Kraft- und Unterwerke, Werkstätten und Wagenparks, sowie sonstige Einrichtungen aller in der „Central Electric Railway Association" vereinigten elektrischen Zwischenstadtbahnen und deren Nachbarbahnen. *Z*

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Verband der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland.

Unter dem Vorsitz von Gg. Montanus, Frankfurt a. M., fand am 17. VI. 1918 die 16. ordentliche Jahresversammlung des Verbandes der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland in Frankfurt a. M. statt. Obwohl die Sitzung als eine rein geschäftliche gedacht war und keinerlei Einladungen an Gäste ergangen waren, hatten sich doch zahlreiche Mitglieder und verschiedene Gäste wie auch der Vertreter des Schweizer Fachgenossenverbandes Herr Frey-Furst, Luzern, eingefunden. Nach der Eröffnungsansprache des Vorsitzenden berichtete Frey-Furst über die wirtschaftlichen Verhältnisse der Schweiz im allgemeinen und die technischen, insbesondere die elektrotechnischen, im besonderen. Aus dem sodann von dem Verbandssyndikus, Rechtsanwalt Stroinsky, erstatteten Jahresbericht ging hervor, daß sich der Verband der Interessen seiner Mitglieder auch im 4. Kriegsjahre mit Erfolg angenommen hat. Die Mitgliederzahl wuchs bei 15 Bezirksvereinen und 42 Ortsgruppen auf 1188. Die Arbeiten des Verbandes bewegten sich, abgesehen von der Förderung des Ausbildungswesens, besonders auf dem Gebiete der Übergangswirtschaft. Hier blieb der Verband in ständiger Fühlung mit dem Reichskommissar für Übergangswirtschaft und dem Reichswirtschaftsamt, auch der Elektrizitätswirtschaftsstelle sowie dem Deutschen Handwerks- und Gewerbekammertag. Sehr nutzbringend wurde den Mitgliedern wieder die dem Verbande seitens des Preußischen Kriegsministeriums angegliederte Metall-Beratungs- und Verteilungsstelle für die elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland, ebenso die von dem Deutschen Stammbund übertragenen Vertrauensstellen für Eisenlieferungen. In einem mit lebhaftem Beifall aufgenommenen Vortrage über den heutigen Stand der Lehrlingsfrage konnte der Vorsitzende berichten, daß das Lehrbuch des Verbandes zur Vorbereitung für die Elektroinstallateur-Gehilfen- und Meister-Prüfung jetzt fertig geworden ist. Es lag der Versammlung vor und fand sofort freudigen Absatz. Es wurde dann in dem Vortrage noch außer den allgemeinen Gesichtspunkten der Lehrlingsfrage die Frage eines einheitlichen Lehrzeugnisses und eines einheitlichen vom Verband aufzustellenden Lehrvertrages besprochen. Das Lehrzeugnis fand Annahme, mit der Ausarbeitung des Lehrvertrags wurde die Hauptstelle beauftragt. Die weiteren Punkte der Verhandlungen betrafen die Genehmigung der Satzung der Montanus-Spende sowie die üblichen Kassen- und Vermögensberichte und Wahlen.

In seiner Eröffnungsansprache hatte der Vorsitzende darauf hinweisen können, daß die mit dem Verband eng verbundene Einkaufsvereinigung für elektrotechnische Bedarfsartikel G. m. b. H. in Frankfurt a. M. in dem verflossenen Geschäftsjahre sehr gut gearbeitet hat. Das geht daraus hervor, daß eines ihrer Mitglieder 64 000 M Rückvergütung erhalten hat. Dasselbe Mitglied hat auch von den 64 000 M 3000 M für die genannte Stiftung beigesteuert. Zum Schluß der Versammlung fand noch eine allgemeine Aussprache über die gegenwärtigen wirtschaftlichen Verhältnisse statt, an der sich viele Verbandsmitglieder beteiligten.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 105.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Betr. Maschinennormalien-Kommission.

Im Anschluß an die in der „ETZ" 1918, S. 190, mitgeteilten Beschlüsse über Verwendung von Aluminium bei Maschinen sind nunmehr auch für Transformatoren Festsetzungen getroffen worden, nach denen in Zukunft als Ersatzmetall statt des bisher vorgeschriebenen Zinks Aluminium zugelassen ist; die auf Transformatoren bezüglichen Absätze der „Normalien für die Verwendung von Ersatzmetallen bei Maschinen und Transformatoren" sind dementsprechend geändert worden. Mit Rücksicht hierauf und auf die in Heft 19, S. 190, der „ETZ" 1918 bereits veröffentlichten Änderungen in den Bestimmungen über Maschinen mußte auch der Abschnitt über „Ausnahmen" einen etwas veränderten Wortlaut erhalten. Die Änderungen werden nachstehend bekannt gegeben.

Die neuen Beschlüsse treten am 1. Juli in Kraft.

Von dem hiernach gültigen vollständigen Wortlaut der „Normalien für die Verwendung von Ersatzstoffen bei Maschinen und Transformatoren" wird ein Sonderdruck hergestellt werden, der bei der Geschäftsstelle des Verbandes erhältlich ist.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. G. Dettmar.

Änderungen
in den Angaben über Ersatzausführung der Maschinen und Transformatoren.

1. Absätze g) und h) werden zusammengefaßt zu

g) Transformatoren.

Die Wicklungen von Transformatoren werden im allgemeinen in Aluminium ausgeführt, jedoch darf für eine Wicklung Kupfer verwendet werden, wenn für sie das Verhältnis $\frac{\text{Leistung des Transformators (kVA)}}{\text{Spannung der Wicklung (kV)}}$ bei Drehstrom gleich oder kleiner als 0,5, bei Einphasenstrom gleich oder kleiner als 0,3 ist.

2. Die Absätze i) bis m) erhalten die Zeichen h) bis l).

3. Absatz l (bisher m) erhält folgenden Wortlaut:

l) Bremslüftmagnete werden mit Aluminiumwicklung ausgeführt.

Für Drosselspulen mit Eisenkern gelten die Angaben über Transformatoren.

Luftdrosselspulen können im allgemeinen aus Aluminium hergestellt werden.

4. Der letzte Abschnitt erhält folgende Fassung:

Ausnahmen, für die Kupfer notwendig sein kann:

1. Anker mit Kommutatoren von Maschinen, durch deren auch nur vorübergehendes Versagen Menschen gefährdet, besonders hohe Werte vernichtet, oder der Betrieb besonders wichtiger Anlagen gestört werden kann (wie z. B. Walzwerke).
2. Anker mit Kommutatoren, von Maschinen, die betriebsmäßig besonders heftigen Belastungsstößen ausgesetzt sind (wie z. B. Schweißdynamos, Rollgangmotoren, Baggermotoren; Motoren zum direkten Antrieb von Hobelmaschinen). Die beim Betrieb von Werkzeugmaschinen, Walzwerken und dergl. auftretenden Belastungsschwankungen schließen die Anwendung von Aluminium nicht aus.
3. wird gestrichen.
4. Für Maschinen, bei denen die Wärmeableitung besondere Schwierigkeiten macht, wie z. B. Kapselmotoren über 5 kW für Dauerbetrieb, Bremslüftmotoren, kann Kupfer verwendet werden.
5. bleibt unverändert.
6. bleibt unverändert.
7. Bei Maschinen für Anlagen, in denen Aluminium schädigenden chemischen Einflüssen ausgesetzt wäre, kann Kupfer verwendet werden.
8. wird gestrichen.
9. 10. und 11. bleiben unverändert.

Digitized by Google

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9820, zu richten.)

Sitzung

am Dienstag, den 28. V. 1918, abends ½8 Uhr im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure, Sommerstr. 4a.

Vorsitzender: Herr Geheimrat Strecker.

Anwesend etwa 200 Mitglieder und 25 Gäste.

Vorsitzender: Ich eröffne die Sitzung. Sind Einwendungen gegen den vorigen Sitzungsbericht[1]) zu machen? Dies scheint nicht der Fall zu sein, das Protokoll gilt daher als festgestellt.

Gegen die in der letzten Sitzung ausgelegten Neuanmeldungen sind Einsprüche nicht erhoben worden, die damals Angemeldeten sind daher als Mitglieder aufgenommen,

12 Neuanmeldungen sind eingegangen, das Verzeichnis derselben liegt hier aus.

M. H.! Der Verein hat den Tod zweier hervorragender Mitglieder zu beklagen. Herr Arnold von Siemens, der uns als der älteste Sohn des Begründers unseres Vereins besonders nahe stand, ist am 29. April verschieden[2]); er war ein in jeder Beziehung vornehmer Mann, voll der regsten Interessen für die technischen Wissenschaften und infolge seiner hohen Stellung von großer Bedeutung für die Elektrotechnik; in unserem Vereinsleben ist er wenig hervorgetreten. Der Verein hat der Familie sein Beileid ausgesprochen und am Sarge einen Kranz niedergelegt, der Vorsitzende hat an der Trauerfeier teilgenommen. — Aus Amerika kam vor kurzem die Kunde, daß Professor Ferdinand Braun dort gestorben sei. Er ist in den Kreisen unseres Faches bekannt geworden als einer der ersten und erfolgreichsten Forscher auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie, die ihm hervorragende Erfindungen verdankt. Als im Jahre 1915 wegen gewisser Patentschwierigkeiten, die in den Vereinigten Staaten entstanden waren, und deren Folgen die drahtlose Verbindung von Deutschland mit den Vereinigten Staaten ernstlich bedrohten, seine Anwesenheit in Amerika nötig schien, brachte Braun das große Opfer, trotz seines Alters und bereits geschwächter Gesundheit nach Amerika zu fahren. Seiner Rückkehr widersetzte sich die englische Regierung, und so ist er denn fern der Heimat an seinem alten Leiden kurz vor Vollendung des 68. Lebensjahres dort gestorben. Er war nicht nur ein geistreicher Forscher, sondern auch ein liebenswürdiger warmherziger Mensch, der auch den Ernst sachlicher Betrachtung mit freundlichem Humor zu würzen verstand, stets zu fröhlichem Scherz bereit. Mir stand er seit meiner Studienzeit nahe, da ich besonders im Kundtschen Laboratorium zu ihm in Beziehung getreten war; ich verliere wie auch manche unter Ihnen an ihm einen verehrten Freund.[3])

Unser Verein wird den beiden um unser Fach hochverdienten Männern ein ehrendes Andenken bewahren. Ich bitte Sie, zu Ehren der beiden Entschlafenen sich zu erheben.

Wird zu Punkt 1 der Tagesordnung das Wort verlangt? Es ist nicht der Fall.

Wir kommen nun zu Punkt 2, und ich erteile das Wort Herrn Prof. Gildemeister zu seinem Vortrag: „Der menschliche Körper als Leiter der Elektrizität".

Der Vortrag wird in der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: Das Wort wird nicht verlangt. Wir kommen daher zum letzten Punkt der Tagesordnung, und ich erteile das Wort Herrn Dr. Bangert zu seinem Vortrag über „Die physikalischen Grundlagen und die Technik der Elektrotherapie."

An der Erörterung beteiligten sich die Herren Boruttau, Bucky und Müller. Vortrag und Diskussion werden in der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: Ich möchte Herrn Dr. Bucky erwidern: Rufen Sie nicht nach dem Gesetz und den Behörden, nach behördlichen Sicherheitsvorschriften. Wir wollen dem Beispiel der Elektrotechniker folgen. Die Sicherheitsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind nicht vom Gesetzgeber gemacht, sondern die Elektrotechniker haben sie selbst aufgestellt. Nun haben wir auf Anregung des Herrn Prof. Boruttau die Gründung eines gemischten Ausschusses eingeleitet; er wird wohl bald zustande kommen, und es werden die Instanzen, die wir brauchen, um unter uns einig zu werden, geschaffen werden. Es wäre gut, wenn die Herren, die, wie wir heute sahen, soviele Anregungen zu geben haben, diese in kurzer Form schon bald dem Verein unterbreiten, damit sie an den erwähnten Ausschuß weitergegeben werden können, aber natürlich keine Abhandlungen, sondern nur Aufgaben mit einer kurzen Begründung, damit man bald einen Überblick hat, was alles zu tun ist. Sie haben wohl mit mir den Eindruck, daß wir auf dem Gebiete noch viel Arbeit vor uns sehen. Je mehr man darüber spricht, desto mehr wird das, worüber man nachzudenken hat. Die große Teilnahme an der heutigen Sitzung zeigt, welches große Interesse der Gegenstand findet. Ich habe sonst immer Besorgnis, daß unsere Maisitzung keine große Anziehungskraft besitzt, um so mehr freut es mich, daß wir eine so stattliche Teilnehmerzahl haben. Ich danke den beiden Herren Vortragenden bestens für ihre interessanten Vorträge, und ich denke, Sie werden ebenso befriedigt sein von dem Interesse, das der Gegenstand gefunden hat.

Wir stehen nun am Ende unserer diesjährigen Tagung und treten in die Ferien ein. Ich wünsche Ihnen allen, daß Sie sich recht gut erholen; wir alle haben das ja nötig, und ich hoffe, daß, wir uns im nächsten Herbst gekräftigt wieder treffen, auch mit besseren Hoffnungen auf einen guten Frieden.

Der Generalsekretär
L. Schüler.

Neuanmeldungen.

Benke, Karl, Ingenieur, Berlin.
Böhmker, Ernst, Elektroingenieur, Berlin.
Buchholz, Franz, Dr.-Ing., Diplomingenieur, Charlottenburg.
von den Bungelaar, Alfred, Diplomingenieur, Wilmersdorf.
Heimann, Aloys, Elektrizitätswerksbesitzer, Warendorf i. W.
Kattner, Fritz Hans, Ingenieur, z. Zt. Vizefeldwebel, im Felde.
Ludewig, Hans, Ingenieur, Berlin-Pankow.
Masuch, Erwin, Ingenieur, Direktor der Überlandzentrale Westpreußens G. m. b. H., Marienwerder.
Merker, Ernst, Technischer Direktor, Spremberg i. Lausitz.
Rommler, Jos., Direktor, Geschäftsführer der Vereinigung Deutscher Starkstromkabel-Fabrikanten, Wilmersdorf.
Schmidt, Felix, Vertreter der Brown, Boveri & Cie. A. G., Berlin.
Schneider, Hans, Dr. phil., Ingenieur der Siemens & Halske A. G., Wernerwerk, Berlin-Steglitz.

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 26. II. 1918.

Diskussion
zum Vortrag des Herrn Dr. Ernst Börnstein: „Probleme der rationellen Steinkohlenverwertung".[1])

Herr **Passavant:** M. H.! Wenn nicht alles täuscht, ist auch in der Frage der Ausnutzung der Kohle der Krieg, unter dem wir noch leiden, geradezu ein Lehrmeister für uns. Was die Leiter von Elektrizitätswerken in den letzten Jahren durchlebt haben, und was die Industrie infolge der Einschränkung ihres Stromverbrauches noch durchzumachen hat, werden wir sobald nicht vergessen. Mehr und mehr aber drängt sich die Überzeugung auf, daß in weit größerem Umfange als man früher ahnen konnte, mit dem Reichtum unseres Erdbodens, mit der Kohle, die tatsächlich heute eines der Hauptmachtmittel Deutschlands darstellt, in Zukunft wird gespart werden müssen. Es ist begreiflich, daß unter dem Eindruck dieser Tatsache im Laufe der letzten Jahre in der Literatur von den verschiedensten Seiten die Frage einer besseren Ausnutzung der Kohle auf das eingehendste behandelt ist, u. zw. wesentlich nach zwei Richtungen: Erstens von der Seite des Gastechnikers, der die Kohle ausschließlich vergasen wollte, um alles, was an Nebenprodukten, Ölen usw. aus der Kohle zu ziehen war und nach seiner Meinung früher verloren ging, der Anwendung zuzuführen. Auf der anderen Seite stehen die Elektrizitätswerke, bei denen diese Nebenprodukte von geringerer Bedeutung sind, aber die Kohle in erster Linie einen ungeheuren Akkumulator von Energie darstellt. Die Elektrizitätswerke betrachten also die Frage von der Seite, wie die Kohle auf dem einfachsten Wege in einen so vollkommenen Zustand gebracht werden kann, daß sie für die Gewinnung von Energie am geeignetsten ist. Der Betrieb der Elektrizitätswerke ist auf den Standpunkt gelangt, daß derjenige Teil unserer Werke, der z. Zt. der größten Fürsorge bedarf, und an dem die wichtigsten Verbesserungen zu machen sind, nicht die Dampfmaschine, auch nicht die Dynamomaschine, sondern das Kesselhaus ist. So lange man noch nicht die Energie direkt aus der Kohle gewinnen kann, sondern auf Umwegen über die Dampfmaschine, ist die Dampfturbine eine sehr vollkommene Maschine, große Dynamos arbeiten praktisch mit 90 bis 95% Nutzeffekt, das Kesselhaus aber ist die Hauptsorge des Elektrizitätswerksleiters, und jeder, auch der geringste Fortschritt, der in der Ausnutzung der Kohle bei der Verbrennung gemacht wird, ist von großer Bedeutung. In diesem Sinne sind die Neuerungen, auf welche der Herr Vortragende hinwies, auch für uns von besonderer Wichtigkeit, wenn ich mir auch nicht im Zweifel darüber bin, daß es vielleicht sehr lange Zeit braucht, bis die Raffination der Kohle so durchgeführt ist, daß sie für den Betrieb der Elektrizitätswerke die Rolle spielt, die wir erhoffen. Es ist bekannt, daß schon vor Jahren ernstlich daran gedacht wurde, die Verfeuerung von Petroleumrückständen auch in Deutschland zu versuchen, dem sogenannten Masut, das auf Kriegsschiffen früher verwendet wurde und wohl auch heute noch verwendet wird. Es scheiterte diese Frage daran, daß eine zu hohe Steuer dieses Material belastete. Wenn jetzt die Versuchsarbeiten z. B. in dem Kaiser-Wilhelm-Institut in Mülheim a. d. Ruhr oder an anderen Stellen in absehbarer Zeit dazu führen sollten, daß die Kohle, die nach unserer jetzigen Erkenntnis keinen reinen Kohlenstoff enthält, sondern aus einer Mischung von petroleumähnlichen, festgewordenen Substanzen besteht, in die Gestalt von Öl oder dergl. sich bringen und als flüssiger Brennstoff sich verwerten ließe, so wäre dies ein Fortschritt, den wir mit großer Begeisterung begrüßen würden. Der Betrieb des Kesselhauses würde außerordentlich vereinfacht werden, wenn nicht mit einem festen Brennstoff, der schwer zu hantieren und mit Staub und Schlacken behaftet ist, sondern mit flüssigem Brennstoff, der restlos verbrennt, geheizt werden könnte. Ich wäre dem Herrn Vortragenden dankbar, wenn er uns vielleicht noch etwas näheres darüber sagen könnte, ob und wie weit Wege nach dieser Richtung schon gangbar erscheinen. Ein Punkt sei noch hervorgehoben, um anzudeuten, welche Fortschritte doch noch im Schoße der Zeit liegen können. Es ist den Herren vielleicht erinnerlich, daß vor einigen Jahren Nachrichten durch die Zeitungen gingen über ein neues Kesselsystem, das von den Ingenieuren Bohne und Schnabel erdacht war, und bei dem durch eine besondere Methode der Verbrennung die Leistungsfähigkeit des Kessels außerordentlich erhöht und dazu noch ein besserer Wirkungsgrad erzielt werden sollte. Diese Versuche haben, so weit mir bekannt, bis jetzt zu einem praktischen Ergebnis nicht geführt, soviel sie anfangs zu versprechen schienen. Wie mir gesagt wurde, rührte dieses Mißlingen z. T. davon her, daß man in Deutschland zunächst nicht mit der Beheizung mittels ganz reiner Brennstoffe rechnen konnte, sondern darauf angewiesen war, Kohle zu verbrennen, deren Abgase, Staub, Ruß, Flugasche usw. mit sich reißen, und die dadurch schlecht verwendbar war zu dem Feuerungssystem, das der Erfindung zugrunde lag. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß die wirtschaftliche Zugänglichkeit größerer Mengen von flüssigen Brennstoffen auch hier außerordentlich fördernd einwirken könnte. Vielleicht könnte einer oder der andere der anwesenden Herren über diese neueren Kesselsysteme sich äußern. Ich erinnere mich z. B. in der „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure" kürzlich einen Aufsatz von Dr. Hilliger gelesen zu haben, der Versuche in der angedeuteten Richtung angestellt hat.

Herr **Börnstein:** Was Herr Dr. Passavant sagte über die Heizung mit flüssigen Brennstoffen, dazu kann ich bemerken, daß wir, wenn auch in beschränktem Maße, eine Heizung mit bestimmten Teerölen, die für andere Zwecke nicht so gut verwendbar sind, haben, und diese Heizung wird in bestimmten Industrien, speziell bei Metallschmelzen usw. benutzt, wo sie sich mit ihrer reinen Flamme sehr bewährt hat. Die Einführung einer solchen Heizung mit Teeröl für weitergehende Zwecke wird sich vorläufig deshalb verbieten, weil wir nicht genug Material haben. Aber auch in diesem Hinblick wäre die Umwandlung der Kohle oder die Darstellung von mehr leichtflüssigen, wasserstoffreichen Heizölen von großem Vorteil.

Was die Bohne-Schnabelsche Heizung betrifft, so arbeitet diese in erster Linie mit Gasen, und sie hat s. Zt. großes Aufsehen erregt. Soweit mir bekannt, ist sie noch nicht realisiert in dem Maße; sie hat manche Freunde gehabt, und es ist möglich, daß sie sich auch weiter bewähren wird, aber heute ist eine große Anwendung derselben noch nicht vorhanden.

Herr **Eichel:** Das sogenannte Bohne-Schnabelsche Oberflächenverbrennungsverfahren ist meines Wissens bisher nicht an der Brennstoffrage gescheitert, sondern daran, daß

[1]) Vgl. „ETZ" 1918 S. 191.
[2]) Vgl. den Nachruf auf S. 219.
[3]) Vgl. den Nachruf auf S. 269.

[1]) Der Vortrag selbst ist in der „ETZ" nicht zum Abdruck gelangt.

Digitized by Google

zu seinem Gelingen eine hochfeuerfeste körnige Masse benötigt wird, die auch bei hohen Wärmegraden unter Dauerbelastung nicht zusammensintert. Derartige Massen werden zwar im Elektroofen erschmolzen, haben sich aber für dauernde Belastung bisher nicht bewährt. Die deutschen Patentrechte übt die „BAMAG" aus, die mir noch vor wenigen Monaten auf meine Anfrage darüber, ob die Oberflächenverbrennung im Kriege praktische Fortschritte gemacht habe, antwortete, daß sie seit Ausbruch des Krieges keine weiteren Versuche angestellt habe.

Vorsitzender: Als Herr Dr. Passavant die Aufgaben schilderte, die dem Chemiker zufallen, ging es mir durch den Kopf, ob es nicht zweckmäßig wäre, die Bedeutung der Frage dadurch hervorzuheben, daß wir eine Preisaufgabe stellen. Wer sich mit solchen Fragen beschäftigt, weiß, daß der Nutzen, den er aus einer erfolgreichen Lösung ziehen wird, weit über den ausgesetzten Preis hinausgeht. Die Möglichkeit liegt aber vor, durch die Stellung einer Preisaufgabe die Aufmerksamkeit der Fachleute diesem Thema mehr zuzuwenden, und ich möchte anheimgeben, unter Umständen an den Vorstand einen Antrag in der Richtung zu stellen.

Es bleibt mir noch die angenehme Pflicht, Herrn Dr. Börnstein für den interessanten und anregenden Vortrag zu danken.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Ferdinand Braun †.

Am 20. April d. J. starb in den Vereinigten Staaten, wohin er sich zu Anfang des Jahres 1915 begeben hatte, der Professor der Physik an der Universität Straßburg, Dr. Ferdinand Braun. Sein Wirken war für die Entwicklung des jüngsten Zweiges der Elektrotechnik, der drahtlosen Telegraphie, von so außerordentlicher Bedeutung, daß wir am Ende seines Lebens nicht unterlassen dürfen, auch an dieser Stelle einen Rückblick auf seine Lebensarbeit zu werfen. Seine besondere Begabung, die Anwendbarkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse schnell und klar zu erfassen, machte ihn — neben seinen Verdiensten um wissenschaftliche Forschung und Lehrtätigkeit — zu einem bedeutenden Förderer der Technik. Schon die erste Frucht dieser Begabung trug seinen Namen in weite Kreise: die Braunsche Röhre. Aus der Kathodenstrahlröhre schuf er einen Oszillographen, der wegen seiner Masselosigkeit die Untersuchung des zeitlichen Verlaufs schneller elektrischer Vorgänge bis zu 100 000 Schwingungen in der Sekunde ermöglicht und in wissenschaftlichen und technischen Laboratorien die Aufklärungsarbeit vielfach gefördert hat.

Marconis Erfindung der drahtlosen Telegraphie gewann alsbald sein volles Interesse, das er diesem Gebiete bis zum Abschlusse seines Lebens zuwandte. Im Jahre 1898 versuchte er zunächst im Gegensatz zu Marconi die Ausbreitung schneller Schwingungen durch Wasser oder Erde zu entwickeln, doch verließ er bald diesen unfruchtbaren Weg und wandte sich der Verbesserung der drahtlosen Telegraphie „durch Luft" zu. Noch in demselben Jahre gelang es ihm, einen Gedanken zu erfassen und in einer Patentanmeldung festzulegen, der grundlegend für die Entwicklung der jungen Technik geworden ist. Die Erzeugung der Schwingungsenergie „in einem Leydener Flaschen und eine Funkenstrecke enthaltenden Schwingungskreise, an den die die Wellen aussendende Luftleitung entweder unmittelbar oder durch Vermittlung eines Transformators angeschlossen ist, zum Zwecke, mittels dieser Anordnung größere Energiemengen in Wirkung zu bringen" mußte sehr bald in allen drahtlosen Stationen von einiger Bedeutung zur Anwendung gelangen, soweit sie überhaupt den Funken als Schwingungserzeuger benutzen.

Um die Bedeutung dieser heute so einfach und selbstverständlich erscheinenden Erfindung zu würdigen, muß man sich in den damaligen Stand der Erkenntnisse zurückversetzen. Auf der Grundlage der Hertzschen Versuche war die drahtlose Telegraphie empirisch entstanden, und es herrschte noch völlige Unklarheit über die wahren Vorgänge. Marconi verwendete einen Righischen Oszillator zur Erzeugung besonders kurzer Wellen und wollte diese durch einen angehängten Luftdraht zur Fernstrahlung bringen. Braun erkannte klar die Vorzüge der längeren Wellen, einmal wegen der geringeren Störung durch „Hindernisse wie Bäume und Büsche", vor allem aber wegen der Möglichkeit, sie in weit größerer Mächtigkeit im geschlossenen Schwingungskreise zu erzeugen und auf den angekuppelten Luftleiter zu übertragen.

„Es wurde aber später experimentell erwiesen", sagt Braun in einem Aufsatz in der „Woche" 1903, „daß auch in der Marconi-Anordnung lange Wellen — etwa gleich der vierfachen Senderlänge — das Wirksame waren und nicht die kleinen Righi-Wellen. Der Radiator hatte nicht die Rolle, die man ihm anfangs zuwies, und, ohne es zu wollen und zu wissen, hatte Marconi durch sein Anlegen die Wellenlänge vergrößert.

Heute erscheint uns ein derartiger Irrtum fast unbegreiflich. Hätte man aber von Anfang an die jetzt bewiesene Auffassung gehabt, so wäre es fast ebenso unverständlich, wie man fortwährend für diese praktischen Zwecke, wo doch offenbar große Intensität eine Hauptforderung war, an den ungünstigen Bedingungen zur Erzeugung der Wellen festhalten konnte, auf die Hertz angewiesen war, weil er eben kleine Wellen machen wollte."

Als sich später die Wichtigkeit der Abstimmung zwischen Schwingungskreis und Antenne zeigte, hat man Brauns Patent als unvollständig bezeichnet und angefochten, weil es darüber kein Wort enthält. Die Möglichkeit der Ausnutzung der Resonanz hat ihm als Physiker sicher nicht ferngelegen. Um aber ihre Anwendbarkeit zu beurteilen, bedurfte es der Kenntnis der Eigenschwingungen und Dämpfungen der verwendeten Luftleitergebilde,

F. Braun †.

und darüber lagen noch keinerlei experimentelle oder rechnerische Grundlagen vor. Es gibt auch tatsächlich Fälle, wo sie nicht anwendbar ist. Von Ballons oder Drachen getragene Luftdrähte von großer Länge mit Gegengewicht, wie sie die Armee in den ersten Entwicklungsjahren in Ermangelung brauchbarer transportabler Masten verwendete, zeigten wegen ihrer hohen Dämpfung keine merkliche Resonanzerscheinung. Die grundlegende Bedeutung der Braunschen Anordnung ist durch die späteren Erkenntnisse und Entwicklungsarbeiten nicht vermindert worden, sondern erst recht hervorgetreten.

Die Verstärkung der Schwingungsenergie hat Braun noch lange beschäftigt. Versuche, mehrere Schwingungskreise gleichzeitig und gleichphasig zur Wirkung zu bringen, führten ihn zu einer eigenartigen Schaltung, bei der mehrere Kondensatoren mit Funkenstrecken abwechselnd in denselben Entladungskreis eingeschaltet wurden, während ihre Ladung in Parallelschaltung durch besondere, dem schnellen Schwingungsvorgange unzugängliche Leitungen geschah.

Auch in den Empfänger führte er den geschlossenen Resonator im Anschluß an den Luftleiter ein, der „entweder die gewünschten Schwingungen aufnimmt oder die nicht gewünschten ausschließt". Auch diese Anordnung wird noch heute vielfach verwendet.

Auf eine seiner ersten physikalischen Arbeiten zurückgreifend, in welcher er Unregelmäßigkeiten in der Elektrizitätsleitung gewisser fester Stoffe entdeckte, erkannte er die Möglichkeit, diese als Detektoren zu verwenden, und es entstanden die Kontaktdetektoren, die zu allgemeiner Benutzung gelangten.

Frühzeitig wandte er seine Bemühungen der wichtigen Aufgabe einer gerichteten drahtlosen Telegraphie zu. Vom Hertzschen Hohlspiegel ausgehend, dessen Anwendung der großen Dimensionen wegen untunlich ist, erkannte er, daß man zu einer mehr oder weniger vollkommenen Richtung der Wellen gelangt, wenn man mehrere getrennte Antennen gleichzeitig zu selbständigen Schwingungen mit vorgeschriebener Phasendifferenz erregt. Die dazu von ihm ausgearbeiteten Methoden haben zwar keine praktische Bedeutung erlangt, die Grundidee kann aber in der Zukunft wohl noch wesentliche Fortschritte ermöglichen. Gerichtete Empfänger bildete er in zwei verschiedenen Formen aus. Einmal verwendete er 1902 in Straßburg nahezu horizontal ausgespannte Drähte als Empfangsantennen und wies deren ausgeprägte Richtungswirkung nach. Viel später ersetzte er die Antenne durch eine auf einen großen drehbaren Holzrahmen gewickelte Spule und konnte damit die Signale des Eifelturmes nicht nur aufnehmen, sondern auch ihre Richtung genau bestimmen. Diese Anordnung ergab auch die Möglichkeit einer Bestimmung der Feldintensität der elektromagnetischen Wellen einer Station, durch Vergleich mit der Wirkung eines ebenfalls spulenförmigen Hilfssenders, dessen Feldintensität am Orte der Empfangsspule errechnet werden konnte.

Von seinen wissenschaftlichen Arbeiten auf anderen Gebieten will ich nur eine hier erwähnen. Er wies nach, daß ein Medium aus regelmäßigen Schichten verschiedener Dielektrizitätskonstante, sich verhält wie ein einachsiger Kristall, wenn die Schichtdicke klein ist gegen die Wellenlänge. Den experimentellen Nachweis führte er mit Hertzschen Wellen und einer Schichtung von Backsteinen. Seine anschließenden Untersuchungen führten ihn zu dem Schlusse, daß es möglich sei, durch optische Erscheinungen Aufschlüsse über die Struktur von Körpern zu erhalten, die wegen ihrer Feinheit der mikroskopischen Beobachtung unzugänglich ist. Die erstaunlichen Erfolge, welche die Physik neuerdings in der Erforschung des Aufbaues der Moleküle durch Röntgenstrahlen aufzuweisen hat, können als eine Fortentwicklung dieser Braunschen Arbeiten angesehen werden.

Seine ersten Patente veranlaßten einige seiner Freunde zur Bildung einer Gesellschaft, Prof. Brauns Telegraphie m. b. H. in Hamburg, die in Cuxhaven sowie auf dem Feuerschiff Elbe I und auf Helgoland Versuchsstationen errichtete. Doch hatte man die zur Entwicklung nötigen Mittel unterschätzt, und bald suchte die Gesellschaft Anschluß an Siemens & Halske. Die Arbeiten der „Braun-Siemens"-Gesellschaft wurden nach einigen Jahren scharfen Wettkampfes mit dem System Slaby-Arco, wobei Brauns Hauptpatent sehr zur Geltung kam, in der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie mit denen des Gegners vereinigt. Mit allen Führern dieser Gesellschaften hat Braun an der Entwicklung der drahtlosen Telegraphie in herzlichster Weise zusammengearbeitet. Sein rein auf die Förderung der Sache gerichtetes Streben, sein offenes und warmes Wesen machte ihn bald uns allen zum Freund und wertvollen Berater. Von der Vielseitigkeit seiner Arbeiten und Anregungen mag die obige Aufzählung seiner hauptsächlichsten Erfolge dem Fernerstehenden ein Bild geben. Sie fanden eine verdiente Anerkennung im Jahre 1909, als ihm zusammen mit Marconi der Nobelpreis verliehen wurde. Abseits der wissenschaftlichen Arbeiten F. Brauns steht seine Lieblingsbeschäftigung, die Malerei, in der er ein hohes Kunstverständnis und namhaftes eigenes Kunstvermögen offenbarte.

Beim Ausbruch des Krieges war die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie gerade so weit gediehen, daß trotz der ungünstigen geographischen Lage die unmittelbare Verbindung Deutschlands mit Afrika und Amerika gelang. Die afrikanische Station mußte bald dem vordringenden Feinde geopfert werden, die drahtlosen Verbindungen mit den Vereinigten Staaten bildeten bis 1917 den einzigen sicheren Weg für Nachrichten nach und von dem fernen Auslande. Um so größer waren die Bemühungen der Gegner, sie zu stören. Patentprozesse sollten zur Schließung der Station bei Sayville auf Long Island benutzt werden. Um mit seinem persönlichen Gewicht gegen Marconi für die Sache zum Wohle des Vaterlandes einzutreten, unternahm Braun Ende 1914 die Reise nach New York im klaren Bewußtsein der Gefahren, die für ihn damit verbunden waren. Schon Jahre zuvor hatte er sich einer Operation wegen eines Darmleidens unterzogen, dessen Wiederkehr er beobachtete. Es hat ihm am 20. April d. J. das erwartete Ende bereitet, ohne daß ihm der sehnliche Wunsch erfüllt werden konnte, die Heimat vor seinem Tode wiederzusehen. Dr. A. Franke.

Digitized by Google

Heinrich Thomälen †.

Am 31. Mai starb in Nürnberg im Alter von 52 Jahren der Oberingenieur Heinrich Thomälen, ein Bruder des Professors Dr. A. Thomälen in Karlsruhe. Der Verstorbene war nach beendetem technischen Studium zunächst in der chemischen und elektrotechnischen Industrie tätig und trat 1900 als Ingenieur bei der Elektrizitäts A. G., vormals Schuckert & Co., in Nürnberg ein. Seit 1903 war er in Berlin im Gleichstrom-Rechnungsbureau der Siemens-Schuckertwerke beschäftigt. Hervorragenden Anteil hatte Heinrich Thomälen an der Entwicklung von Einanker- und Kaskadenumformern. Daneben bearbeitete er Sondergebiete, wie Maschinen für Zugbeleuchtung, für Papiermaschinenantrieb usw. Die eingehende theoretische Behandlung, die häufig in seinem Arbeitsgebiet nötig war, führte er mit größter Hingabe und entschiedenem Erfolg durch. Die Verschlimmerung eines Leidens, gegen das er schon in der letzten Zeit anzukämpfen hatte, hat jetzt seinem Leben ein allzufrühes Ziel gesetzt. Seine Freunde und Fachgenossen werden dem Verstorbenen ein ehrendes Angedenken bewahren.

Von unseren Fachgenossen starben den Heldentod fürs Vaterland:[1])

W. Bilgenroth, Ingenieur, Kattowitz.

Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:

O. Höpfner, Ingenieur, Magdeburg, und Funker-Unteroffizier (Eisernes Kreuz II. Kl).

B. Senftleben, Oberingenieur, Magdeburg, und Vizefeldwebel (Eisernes Kreuz II. Kl.).

L. Untergrabner, Ingenieur der Altenburger Land-Kraftwerke, Altenburg S.A., und k. u. k. Oberleutnant, erhielt das Karl-Truppen-Kreuz (Öst.-Ung. Feuerkreuz) und die Schwerter zum Goldenen Mil.-Verdienstkreuz.

Hochschulnachrichten. Der Physiker **Dr. M. Iklé**, Berlin-Zehlendorf, bekannt durch seine meisterhaften Übersetzungen fremdsprachiger wissenschaftlicher Arbeiten ins Deutsche, ist gestorben. — An der Universität Freiburg i. Ue. (Schweiz) habilitierte sich **Dr. F. R. v. Hauer** für Physik und erhielt den Professortitel.

K. Otto, Direktor der Großen Berliner Straßenbahn, wurde durch Verleihung des Charakters als Baurat ausgezeichnet.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Ein neues Stromverrechnungsverfahren.

Unterzeichneter hat sich ebenfalls mit demselben Problem befaßt und ist zu demselben Resultat gekommen wie Herr BIERMANN in seinem Aufsatz auf S. 155 der „ETZ" 1918, nämlich der vorläufigen Pauschalierung auch der Zähleranlagen auf Grund des vorjährigen Verbrauches, bzw. auf Grund von Erfahrungszahlen. Bezüglich der Einziehung des Geldes für den verbrauchten Strom möchte ich jedoch einen anderen Vorschlag machen, durch den die Kassenboten vollständig in Fortfall kommen, das Elektrizitätswerk aber doch rechtzeitig zu seinem Gelde kommt, und die Restantenliste ganz verschwindet.

Es hat jetzt wohl ein jeder ein Konto auf einer Bank oder der städtischen Sparkasse. Letztere wäre besonders bei städtischen Werken wohl die geeignetste Vermittlerin zur Bezahlung des Geldes für den Stromverbrauch. Es muß nun der Zwang eingeführt werden, daß jeder, welcher an das Elektrizitätswerk angeschlossen ist, bzw. sich anschließen will, ein Sparkonto bei der städtischen Sparkasse unterhält mit der Verpflichtung, daß von demselben am 1. jedes Monats der Betrag für den verbrauchten Strom, der bei Zähleranlagen vorläufig pauschaliert wird, in Abzug gebracht wird, und daß der Anschlußnehmer das Konto nicht unter einen vom Werk näher zu bestimmenden Betrag sinken läßt, d. h., daß das Konto für Abhebungen des Anschlußnehmers bis zu diesem Betrage gesperrt wird. Der Sparkasse müßte nun am Ende jedes Monats eine Liste der Stromabnehmer vom Werk zugesandt werden, in welche die Höhe der von den einzelnen zu zahlenden Beträge einzutragen wäre. Die Sparkasse zieht die Beträge von den Guthaben der Stromabnehmer ab, und überschreibt sie auf das Konto des Werkes. Ferner trägt sie in diese Liste die Höhe der Guthaben der Stromabnehmer nach Abzug des fälligen Betrages ein und gibt sie dem Werke zurück. Das Werk wird hierdurch über die Höhe der Guthaben der einzelnen Abnehmer unterrichtet, und muß nun diejenigen zu Erhöhung ihres Kontos im Laufe des kommenden Monats mahnen, bei denen die vom Werk festgesetzte Sperrsumme unterschritten ist. Nachdem in zwei aufeinanderfolgenden Monaten die Mahnung vergeblich gewesen ist, wird der Strom abgesperrt. Setzt man die Sperrsumme des Kontos auf etwa den 3-fachen monatlichen Stromverbrauch fest, so kann das Werk nie einen Ausfall an Geld erleiden. Man kann auch die Sperrsumme auf den zweifachen monatlichen Stromverbrauch herabsetzen, muß aber dann schon nach einmaliger vergeblicher Mahnung den Strom absperren. An Stelle der alten Restantenliste erhält man so nur eine Liste der zu mahnenden Anschlußnehmer. Eine Abneigung gegen dieses System der Geldeinziehung könnte man nur bei kleinen Leuten erwarten, ich glaube aber, daß diese sich eher ein Sparguthaben bei der Sparkasse anlegen, als das Geld in den vom Verfasser vorgeschlagenen Geldbehälter werfen werden.

Eine genaue Zählerablesung und Abrechnung erfolgt dann, wie vom Verfasser vorgeschlagen, ein oder zweimal im Jahre, wozu dann sämtliche, dem Werk zur Verfügung stehenden Kräfte herangezogen werden können.

Durch diese Einziehung des Geldes werden dem Werk große Unkosten gespart, gleichzeitig wird aber auch der bargeldlose Verkehr gefördert, der Sparkasse neue Kunden zugeführt und der Sparsinn der Bürger gefördert.

Von einer Veröffentlichung dieses Vorschlages hatte ich bis jetzt Abstand genommen, da hierbei nicht die durch die Kohlenknappheit bedingte Stromeinschränkung vom Werk hinreichend kontrolliert werden kann.

Königsberg i. Pr., 1. V. 1918.

Dipl.-Ing. Liebsch.

Herr BIERMANN bringt auf S. 155 der „ETZ" 1918 unter obiger Überschrift eine längere Abhandlung zu dem Abschlagszahlungstarif, welcher s. Zt. in der „ETZ" 1915, S. 459 von P. STERN vorgeschlagen und in „ETZ" 1916, S. 113, von JHLEFELD eingehend besprochen worden ist. In diesem Aufsatz ist auch darauf hingewiesen, daß die Monatsbeträge sich auch automatisch durch eine Münzeinwurfeinrichtung erheben lassen, also der von BIERMANN erwähnte Geldeinwurfkasten ist dadurch auch schon bekannt geworden. Der Abschlagszahlungstarif ist, wie auch BIERMANN erwähnt, bereits an manchen Orten zur Einführung gekommen und hat sich auch bewährt. Es ist zu hoffen, daß derselbe eine weitere Verbreitung finden wird.

Die von BIERMANN vorgeschlagene Verwendung einer Rechnungsquittungskarte, welche bei dem Stromabnehmer unter Verschluß aufbewahrt werden soll und mit einer Perforierzange durch den Kassenboten quittiert wird, erscheint jedoch weniger zweckmäßig, weil dadurch Betrügereien erleichtert werden. Jeder Dieb, der sich als E.W.-Beamter ausgibt, kann mit einem falschen Schlüssel aus dem Geldkasten das Geld entnehmen und mit einer nachgemachten Perforierzange quittieren. Die Annahme von BIERMANN, daß sich Perforierzangen herstellen lassen, die von anderer Seite nicht nachgeahmt werden können, ist sehr optimistisch. Jede Zange, die sich herstellen läßt, kann auch nachgeahmt werden. Der Geldkasten hat auch noch andere Nachteile und steht dem heutigen Bestreben, den bargeldlosen Verkehr zu heben, direkt entgegen. Nach dem Beispiel des Herrn BIERMANN würde bei diesem Einziehungsverfahren das Elektrizitätswerk bei einer monatlichen Stromeinnahme von 100 000 M an Zinsen jährlich 2500 M ersparen, während anderseits die Stromabnehmer durch die im laufenden Monat erfolgte Einzahlung von 100 000 M in die Sparbüchse mehr als diese Summe verlieren und dem Verkehr außerdem 100 000 M an Bargeld entzogen würden. Wäre der vorgeschlagene Weg mit der Sparbüchse für die Bevölkerung der richtige, so müßte natürlich jeder Mieter nicht nur eine Sparbüchse vom Elektrizitätswerk bekommen, sondern auch vom Gaswerk, vielleicht auch vom Wasserwerk, von der Steuerkasse, vom Bäcker, vom Milchmann usw. und zum mindesten eine vom Hauswirt, der ja wohl den weitaus größten Betrag am Monatsende von demselben zu verlangen hat. Die Ausgaben für die elektrische Beleuchtung sind doch nur ein kleiner Bruchteil der feststehenden monatlichen Ausgaben eines Wohnungsinhabers und es ist nicht zu verstehen, weshalb der Mann gerade diesen kleinen Betrag nicht aufbringen könnte, während er die anderen Ausgaben doch richtig reguliert.

Das Geldeinziehungsverfahren ließe sich nach dem Abschlagszahlungstarif vielleicht auf andere Weise besser vereinfachen, z. B., wie schon vorgeschlagen, dadurch, daß die monatliche feste Summe der Abnehmer von dem Hauswirt mit eingezogen wird, welcher dann die Gesamteinnahme durch Post- oder Bankscheck dem Elektrizitätswerk überweist. Vielleicht wäre es auch möglich, den Abnehmer dahin zu bringen, daß er sich bei dem Elektrizitätswerk ein kleines Sparkonto anlegt, welches das Werk entsprechend verzinst, und von welchem die fälligen Stromrechnungsbeträge abgebucht werden.

Muß es jedoch ein Kartensystem sein, so erscheint es zweckmäßiger, die Karte nicht beim Abnehmer aufzubewahren, sondern beim Elektrizitätswerk. Der Kassenbote bekommt dann zwecks Einkassierung eine feste Anzahl Karten in die Hand, welche so eingerichtet sind, daß dieselben abtrennbare Quittungsmarken für jeden Monat besitzen, gegen deren Aushändigung der Abnehmer das Geld bezahlt. Auf diese Weise wird es einem Dieb schwerer, beim Abnehmer zu kassieren, da er nicht weiß, wieviel derselbe monatlich zahlen muß, anderseits auch nicht, wie bei BIERMANN, sehen kann, ob bereits für letzten Monat bezahlt worden ist. Außerdem ist auch dadurch die Kontrolle des Kassenboten bedeutend erleichtert, da täglich nach den abgegebenen Quittungsmarken abgerechnet werden kann, und die Karten mit nicht abgenommener Quittungsmarke die Schuldner sofort ergeben. Nach dieser Richtung hin sind ja bereits die verschiedensten Kartensysteme in Verwendung, und es wäre verlorene Mühe, über die Zweckmäßigkeit der einen oder anderen Form zu streiten.

Der Abschlagszahlungstarif ist jedenfalls geeignet, die Nachteile des unzweckmäßigen, den kleinen Abnehmer benachteiligenden Pauschaltarifes zu beseitigen und die Vorteile des Pauschaltarifes mit dem Zählertarif zu vereinigen.

Nach der Fußnote auf S. 157 der „ETZ" 1918 sind die Formulare und Apparate patentrechtlich geschützt und will der Verfasser Interessenten mit näherer Auskunft dienen. Daraus kann wohl der Schluß gezogen werden, daß der Verfasser für die Herstellung oder die Verwendung der Formulare und der Sparbüchsen Lizenzen erheben will. Da die Verwendung von Sparbüchsen oder Briefkasten mit Schloß und auch solche, die ein Merkblatt aufnehmen, bereits bekannt ist, so können sich die Schutzrechte wohl nur auf Gebrauchsmuster beziehen, deren Schutzumfang nur sehr gering sein kann. Ob eine solche Vorrichtung aber überhaupt noch nach den Vorveröffentlichungen schutzfähig ist, erscheint fraglich, jedoch läßt sich dies im Bedarfsfalle durch jeden Patentanwalt leicht feststellen.

Leipzig, 7. V. 1918. H. Vogler.

Herr F. BIERMANN führt in seinem, in der „ETZ" 1918, S. 155, erschienenen Artikel als Vorteile des neuen Verfahrens in der Hauptsache an, daß

1. man nicht mehr auf das Zählerablesen und Ausschreiben der Rechnungen zu warten braucht, sondern bereits am ersten Tage eines jeden Monats mit dem Einkassieren der Strombeträge beginnen kann, wodurch jeden Monat 14 Tage früher das Stromgeld hereinkomme und demgemäß Zinsen verdient würden, die bei der bisherigen Methode verloren gingen,
2. die Zahl der Restanten zurückgehen würde,
3. das Einkassieren schneller vor sich gehe, da der Kassenbote nicht auf das Geld zu warten brauche, und
4. Arbeit und Zeit erspart werden könnten, wenn man die geschilderte Einrichtung allgemein, also auch bei Zählertarif, einführe.

Alle diese Gründe halten einer kritischen Beleuchtung nicht stand.

Was Punkt 1 betrifft, so ist bei Verteilung der Ablesungen auf den ganzen Monat ein gleichmäßiger Geschäftsgang und infolge ökonomischer Ausnutzung eine Ersparnis an Ablese- und Bureaupersonal zu erzielen. Bei richtiger Organisation des Ablese- und Stromverrechnungsverfahrens und ferner durch Anwendung der von Herrn BIERMANN erwähnten Schreib-Rechenmaschine greifen Ablesung, Rechnungsausstellung und Kassierung automatisch ineinander, so daß von verspäteter Einkassierung und Zinsverlusten nicht die Rede sein kann, zumal nicht einzusehen ist, daß nach dem Verfahren des Herrn BIERMANN die Zahl der Restanten zurückgehen wird.

Punkt 2. Die Zahl der Restanten zu verringern, ist eine Organisationsfrage für sich, die mit der Einrichtung des Herrn BIERMANN

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602; 1918, S. 19, 59, 60, 90, 122, 159, 191.

Digitized by Google

nichts zu tun hat. Gut geleitete Werke haben verhältnismäßig wenig Restanten. Die richtige, sachgemäße Anwendung der den Werken zur Verfügung stehenden Zwangsmittel bringt es von selbst dahin, daß die Restantenzahl abnimmt oder nicht groß wird. Dazu braucht man aber durchaus keinen Kassierapparat, der, wie später noch gesagt, schwerwiegende Nachteile hat. Säumige Zahler, bei denen dauernde Zwangsmaßnahmen, wie von Herrn BIERMANN angegeben, notwendig sind, werden sich sicherlich durch den Kassierapparat nicht zur pünktlichen Zahlung bringen lassen. Bei diesen empfiehlt sich einzig und allein die Aufstellung eines Automaten. Die Zahl derartiger säumiger Zahler ist zudem nicht so groß, daß der Kleingeldmangel dadurch eine weitere Erschütterung erfahren könnte.

Der Punkt 3 hat keine Bedeutung. Ohne Hinzuziehung des Konsumenten kann der Apparat gar nicht geöffnet werden, wenn man nicht Gefahr laufen will, daß Unstimmigkeiten in bezug auf den Inhalt zwischen Konsumenten und Werk bzw. Kassenbotenauftreten. Durch das Herbeiholen des Konsumenten, Auf- und Zuschließen des Kastens usw. wird das Einkassieren der Strombeträge eher verzögert als beschleunigt. Der Kasten ist halt kein Automat, der für den eingeworfenen Betrag eine bestimmte Menge Strom abgibt und dadurch den Einwurf von selbst kontrolliert. Die Höhe des Einwurfs dem Ermessen des Abnehmers anheim zu stellen, erscheint nicht nur — wie Herr BIERMANN sich ausdrückt — sondern ist ein großer Übelstand des Systems. Er entzieht dem Werk jede Kontrolle über den Kassenboten. Viel Arbeit, zudem Unstimmigkeiten zwischen Werk und Konsumenten müssen entstehen, wenn über den Normalbetrag hinausgehende Zahlungen, die nach dem Vorschlage des Herrn BIERMANN bis zur endgiltigen Abrechnung verzinst werden sollen, von den Konsumenten zugelassen werden. Dies Verfahren würde zudem den Punkt 4 illusorisch machen. Die Nebenarbeit durch Einrichtung einer Sparkasse bei den Werken würde auf alle Fälle jede andere Arbeitsersparnis aufheben.

Was das ganze System betrifft, so kann ich darin keine Vorteile erblicken. Daß das Werk die von Rechts wegen dem Konsumenten gehörige Quittung während ein oder zwei Jahren an- oder einschließen will, ist zum mindesten eine Eigenart, die sich jeder Konsument nicht gefallen lassen wird. Dabei will sich das Werk herausnehmen, bei Konsumenten die während einer Periode nicht bezahlen, die Karte durch den Kassenboten als Beleg für die Säumigkeit fortnehmen zu lassen. Man nimmt dadurch dem Konsumenten jede Quittung für seine früheren Zahlungen.

Die Einführung des Systems wird aus allen diesen Gründen eine Kette von Unstimmigkeiten und Schwierigkeiten auslösen und besitzt die von Herrn BIERMANN angeführten Vorteile nicht.

Berlin, 11. V. 1918.

Thiemann, kaufm. Bureaudirektor.

Erwiderung.

Die von Herrn LIEBSCH vorgeschlagene Methode, den Stromverbrauch des Abnehmers von einem Sparguthaben in Abzug zu bringen, würde, wenn praktisch durchführbar, einen Idealzustand bedeuten. Mit Banken und Sparkassen zu arbeiten, würde ich Privatwerken jedoch nicht empfehlen, weil ein derartiges Verfahren in Anbetracht der Spesen, die die Banken oder Sparkassen dafür nehmen, zu teuer würde und außerdem die Verrechnung mit den Banken bzw. Sparkassen den öffentlichen Werken mehr Arbeit bereitet, als wenn sie selbst die Sache in die Hand nehmen. Dahingehende Versuche sind vor etwa 15 bis 20 Jahren bereits gemacht, aber wieder aufgehoben worden. Zwangsweise läßt sich indessen eine derartige Einrichtung auf keinen Fall durchführen; denn man kann von dem Abnehmer nicht verlangen, daß er sich ein Sparguthaben anlegt, wenn er vom Werk Strom haben will. Wenn das Werk derartige Einrichtungen für seine Abnehmer selbst einführt, ist die Methode durchführbar. Sie ist auch bereits bei einer Reihe von Werken eingeführt und hat sich bis jetzt bewährt. Es ist jedoch, wie die Praxis gezeigt hat, nicht möglich, alle Abnehmer dafür zu gewinnen, und es wird immer nur ein kleiner Prozentsatz dazu zu bewegen sein. Dieser Prozentsatz stellt sich nach den bisherigen Ergebnissen auf 5 bis 6%. Solange dieses Verfahren nicht allgemein durchgeführt ist, muß man zweierlei Verrechnungsmethoden mindestens beibehalten. Herr LIEBSCH kommt zu demselben Ergebnis wie ich, die Zählerrechnungen ebenfalls vorläufig zu pauschalieren. In Verbindung mit dem Kartensystem ist dieses Verfahren zunächst als bestes und praktisch durchführbares zu bezeichnen.

Auch Herr VOGLER gibt mir insofern recht, als er selbst hofft, daß der vorläufige Pauschalierungstarif oder, wie er sich ausdrückt, Abzahlungstarif, weitere Verbreitung finden wird. Nicht anschließen kann ich mich jedoch seiner Meinung, daß das Kartensystem, vorausgesetzt, daß es in der Weise, wie ich es vorgeschlagen habe, systematisch durchgeführt wird, zu Betrügereien Veranlassung geben kann. Zunächst ist es ziemlich ausgeschlossen, daß die Perforierzangen, die ich verwende, von anderer Seite nachgeahmt werden können. Eine derartige Nachahmung würde so viel Geld kosten, daß der Betrüger schlecht auf seine Rechnung käme; außerdem verwende ich aber Perforierzangen mit Prägedruck, die ein besonderes Geheimzeichen besitzen. Jeder Kassenbote hat sein besonderes Geheimzeichen. Das Zeichen wird monatlich gewechselt, es wird auch durch den Kartenrahmen bzw. die Stromkasse verdeckt, so daß weder der Abnehmer noch sonst ein Unberufener es sehen und erkennen kann. Jedenfalls ist es erheblich leichter, nach der bisherigen Methode Betrügereien zu machen; denn es kann jetzt jeder Unberufene dem Abnehmer eine Rechnung vorlegen und das Geld einkassieren. Das ist tatsächlich wiederholt geschehen, ohne daß man sich dagegen wirksam schützen konnte. Der einzige Schutz bestand bisher nur darin, daß die Kassenboten mit Legitimation versehen werden, die sie dem Abnehmer vorlegen müssen. Zahlt der Abnehmer an einen ihm nicht bekannten Kassenboten das Geld leichtsinnig, ohne nach seiner Legitimation zu fragen, so muß er selbst die Folgen für Veruntreuungen tragen. Selbstverständlich erhalten auch die Kassenboten nach wie vor bei dem neuen Stromverrechnungsverfahren Legitimationskarten. Wenn Herr VOGLER Besorgnisse hat, daß ein Unberufener die Stromkasse aufschließen und das Geld sich herausnehmen kann, so dürfte man prinzipiell überhaupt keine Automaten einführen. Es wird aber doch schließlich kein Abnehmer einem Beliebigen, der sich als Angestellter des Werkes ausgibt, zu der Geldkassette Zutritt gestatten, ohne sich vorher davon zu überzeugen, daß der Betreffende auch dazu befugt ist. Die Befugniserteilung bildet die Legitimationskarte.

Herr VOGLER schreibt ferner, daß bei Einführung der Stromkassen dem öffentlichen Verkehr große Summen von Bargeld entzogen werden. Das geschieht jetzt in bedeutend verstärkterem Maßstabe bereits, denn der bargeldlose Verkehr kann eben nicht bei Elektrizitätswerken in dem Sinne durchgeführt werden, wie mancher annimmt. Im übrigen zahlen die öffentlichen Werke aber sofort das Geld entweder ihrer Bank, auf Postscheck oder sonstwie ein. Bei Überlandzentralen zahlen die Kassenboten täglich das sämtliche einkassierte Geld auf Postscheckkonto ein. In diesem Augenblick erfolgt der weitere Verkehr bargeldlos. Im übrigen hat sich das Schlagwort: „Bargeldloser Zahlungsverkehr" vielfach zur Manie entwickelt. Ich empfehle das gründliche Studium dieser Materie und vor allen Dingen die neuen Veröffentlichungen auf diesem Gebiet, wie sie in der „Zeitschrift für Finanz- und Bankwesen" ausführlich behandelt werden. Ein annehmbarer Friedensschluß hat uns bisher mehr geholfen, unsere Valutasorgen zu zerstreuen, als sämtliche Maßnahmen, die auf diesem Gebiete bisher vorgeschlagen wurden. Ich erinnere an den Friedensschluß mit Rußland. Von dem gleichen Tage an wurden unsere Geldkurse im Ausland erheblich höher bewertet als bisher. Auf diese Frage näher einzugehen, muß ich mir hier versagen. Es wäre jedenfalls angezeigt, diese Frage gelegentlich auf Grund statistischer und wissenschaftlicher Daten und Erfahrungen besonders zu behandeln.

Die Ansicht des Herrn VOGLER, wenn man Elektrizitätsstromkassen einführt, auch Mietskassen für den Hauswirt, Magistratskassen für die Steuer, Bäckerkassen und Milchmannskassen einzurichten, ist wohl nicht ernst zu nehmen. Im übrigen benutze ich für Elektrizität und Gas bei Werken, die Elektrizitäts- und Gasanstalten gleichzeitig besitzen, nur eine Stromkasse und eine Doppelstromkarte. Die Doppelstromkarte dient für die Beträge an Gas und für die an Elektrizität, und in die Stromkasse wird das Geld für Gas und Elektrizität hineingetan. Wenn man für seinen Bäcker oder auch Milchmann sogenannte Haushaltkästen einrichtet — übrigens eine alte Erfindung, die vor dem Kriege in vielen Häusern schon eingeführt war — so hat das jedenfalls etwas für sich. Vor allen Dingen wird einem dann nicht mehr, wie es früher der Fall war, das Frühstück gestohlen und mancher, der den Hausflur passiert, nimmt einen Schluck Milch und hält die Milchkanne zur Auffüllung unter die Wasserleitung, sondern man hat auch die Beruhigung, daß Milchmann und Bäcker ihr Geld bekommen, und schließlich braucht man sich auch in seiner Morgenruhe nicht stören zu lassen und dem Milchmann und Bäcker die Wohnungstür zu öffnen. Aber leider kommt heute kein Bäckerjunge mehr zu uns, der uns das Frühstück bringt, wir sind vielmehr froh, wenn wir in dem Bäckerladen uns noch Frühstück in ausreichender Menge selbst besorgen können. Von Milch gar nicht zu reden.

Die weitere Anmerkung von Herrn VOGLER, die Karte nicht beim Abnehmer aufzubewahren, sondern beim Elektrizitätswerk, ist, wie aus meinem Aufsatz hervorgeht, anderweitig eingeführt worden. Bei kleineren Zentralen mag das angängig sein, bei großen Werken hat jeder Kassenbote ungefähr 1500 Abnehmer zu bearbeiten. Er müßte also 1500 Karten mit sich herumschleppen, was nicht möglich ist. Diesen Karten abtrennbare Quittungsmarken noch beizufügen, ist erst recht nicht angängig; denn eine derartige Karte würde nicht nur nicht billiger, als das bisherige System der Rechnungsausschreibung kommen, sondern teurer. Die Quittungsmarke müßte doch zum mindesten den Betrag und den Namen des Abnehmers enthalten. Man denke sich die Arbeit, die dem Bureau dadurch erwächst, bei 18 000 Abnehmern zum Beispiel derartige Quittungsmarken jährlich und monatlich vorzuschreiben. Dann bliebe ich viel lieber bei der Buchschreibmaschine, die bedeutend schneller, exakter und billiger arbeitet. Auf den von mir vorgeschlagenen Karten kann man sehr wohl ersehen, ob bereits für die letzten Monate bezahlt worden ist oder nicht. Die gegenteilige Ansicht des Herrn VOGLER trifft also nicht zu.

Auf die Schlußbemerkung des Herrn VOGLER wegen der patentrechtlichen Seite der Apparate brauche ich wohl nicht näher einzugehen. Mein Aufsatz und die dahingehende Schlußbemerkung bezogen sich lediglich darauf, ein System zu beschreiben, das im Interesse der öffentlichen Werke liegt und denjenigen Kollegen, die sich für die weiteren Einzelheiten interessieren, anheimzustellen, falls noch irgend welche Unklarheiten oder Meinungsverschiedenheiten vorliegen, dieserhalb bei mir Rückfrage zu halten.

Herr THIEMANN verficht nach wie vor das System der rechnenden Schreibmaschine, dagegen ist nichts zu sagen. Die rechnende Schreibmaschine hat sich seit Jahren bewährt. Für die vielen mittleren und Kleinabnehmer aber besondere Rechnungen auszuschreiben, halte ich für nicht empfehlenswert. Hierfür ist das Kartensystem einzig und allein die richtigste Methode. Ich empfehle aber Herrn THIEMANN, meinen Aufsatz nochmals sorgfältig durchzulesen und auch nicht nur die paar Druckseiten geistig zu verarbeiten, sondern auch sich eingehender mit den ganzen Anregungen zu befassen. Er wird dann jedenfalls zu einem anderen Ergebnis seiner kritischen Betrachtung kommen. Zunächst rede ich der vorläufigen Pauschalierugn das Wort, und wenn diese durchgeführt ist, wird man auf das Kartensystem zurückkommen müssen. Auch die Frage, ob Elektrizitätsselbstverkäufer am Platze sind oder nicht, kann ich hier nicht allgemein behandeln. In vielen Fällen sind sie es, in vielen Fällen wieder nicht. Für Kleinabnehmer und vor allen Dingen Pauschalabnehmer, die ja gar keine Zähler haben, wird man Selbstverkäufer nicht einführen können. Es liegt also durchaus nicht in meiner Absicht, mich über die Automaten abfällig auszusprechen, im Gegenteil haben sie in vielen Fällen sehr gute Dienste getan. Bei der großen Reihe von Pauschalabnehmern, die Strombegrenzer haben, werden Automaten auch in Zukunft nicht eingeführt werden. Im übrigen muß auch bei Öffnung des Automaten durch den Kassenboten der Abnehmer anwesend sein, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß sehr oft Differenzen gerade in dieser Beziehung mit den Abnehmern vorgekommen sind. Herr THIEMANN bemängelt die Einrichtung eines Guthabenverkehrs der Abnehmer bei ihren Werken. Ich möchte Herrn THIEMANN darauf erwidern, daß derartige Einrichtungen seit 2 Jahren bestehen, sich gut bewährt haben und durchaus keine unüberwindliche Bureauarbeit seitens der Werke erfordern. Wenn schließlich, was Herr THIEMANN weiter beanstandet, das Werk die Quittungskarten bei dem Abnehmer anschließt, so geschieht das im Interesse des Abnehmers selbst; denn die Karte ist viel besser und sicherer in dem Kartenrahmen bzw. der Stromkasse aufgehoben, als wenn er sie in seine Kommode oder sonst wohin legt und sie nach so und so vielen Monaten ihm sicher abhanden kommt. Es ist schließlich nicht jeder Abnehmer vorgebildeter Buchhalter oder Kaufmann. Die Karte ist im übrigen dem Abnehmer jederzeit sichtbar, er hat sie also vor Augen, weiß wieviel er bereits in den vorangegangenen Monaten für seinen Strom bezahlt hat und weiß auch,

Digitized by Google

wieviel er noch in den nächsten Monaten bezahlen muß.

Wenn in Ausnahmefällen bei zwangsweiser Ausschaltung der Anlage der Kassenbote als Belag die Quittungskarte dem Abnehmer auf kurze Zeit fortnimmt, so können auch hiergegen keine Bedenken vorliegen; denn der Kassenbote braucht dem Abnehmer ja nur eine provisorische Quittung zu geben. Derartige provisorische Quittungen sind wohl bei sämtlichen Werken eingeführt und haben auch bisher zu Beanstandungen nicht Veranlassung gegeben. Im übrigen kann ich mich des Eindruckes nicht erwehren, als wenn Herr THIEMANN meine Anregungen doch noch nicht ganz und voll erfaßt hat, bin aber bereit, ihm direkt noch weitere Aufklärungen zu geben. Das System ist im übrigen von einer Reihe unserer Fachautoritäten bisher sehr günstig aufgenommen und beurteilt worden. Die allgemeine Einführung ist eine Frage der Zeit und auf die Dauer nicht aufzuhalten.

Crimmitschau, 29. V. 1918.

F. Biermann,
Elektrizitätswerksdirektor.

Akkumulatorenbatterien in Kraftwerken.

In einem Straßenbahn-Kraftwerk mit einer großen Pufferbatterie war es infolge der Kriegsschwierigkeiten in den letzten Jahren nicht möglich, die Akkumulatorenbatterie auf der Höhe zu halten, auf der sie ordnungsmäßig hätte sein müssen. Wenngleich die dringendsten Reparaturen gemacht wurden, blieben doch 3 Zellen zurück, ohne daß es möglich war, dieselben sofort in Ordnung zu bringen. Das Kraftwerk meldete, daß plötzlich aus einer der 3 Zellen lange Flammen herausgeschossen waren, die erst nach vollständiger Ausschaltung der Batterie erloschen seien. Die Besichtigung ergab, daß 5 Platten am oberen Rande starke Verbrennungserscheinungen zeigten, desgleichen der Bleiausschlag der Holzkästen. Da selbst ein schwerer Kurzschluß in der Zelle mit den maximal zur Verfügung stehenden 2½ V eine Flammenerscheinung nicht ermöglichen konnte, blieb dem Werk, wie auch mir diese Erscheinung rätselhaft. Gestern meldete das Werk, daß an der zweiten der 3 Zellen die gleiche Erscheinung aufgetreten wäre. Da der Betriebsleiter zufällig zugegen war, konnte der Beweis geliefert werden, daß irgendeine Spielerei der Maschinisten nicht in Frage kam.

Die eingehende Untersuchung führte schließlich zu folgendem Ergebnis:

Die 3 Zellen, welche in mehr oder minder großem Kurzschluß gestanden hatten, waren seit einigen Wochen überhaupt nicht nachgefüllt worden. Der Säurespiegel war unter den schweren Rahmen der Platten gesunken. Die Platten selbst waren zerstört und von der oberen Rahmenleiste abgefallen. In dem Augenblick, in welchem der letzte Rahmen den Säurespiegel verließ, war eine vollständige Unterbrechung der gesamten Betriebsspannung von 600 V eingetreten, die naturgemäß bei der leichten Verbrennung des Bleies zu hohen Stichflammen geführt hat.

Da die gleiche Erscheinung vielleicht im Laufe der nächsten Zeit noch an anderen Batterien auftreten kann, halte ich es für meine Pflicht, den Fachgenossen von diesem Vorfall sofort Kenntnis zu geben. Ein Füllen sämtlicher Zellen bis über den oberen Plattenrand hinaus genügt selbstverständlich, um einer Wiederholung dieses Falles mit Sicherheit vorzubeugen.

Köln, 16. V. 1918. Dr. E. Sieg.

LITERATUR.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Der Schraubenpropeller. Eine Darstellung seiner Entwicklung nach dem Inhalt der deutschen, amerikanischen und englischen Patentliteratur. Von Dr.-Ing. R. Geissler. Mit 178 Abb. 87 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1918. Preis 12 M.

Wie spare ich Gerichtskosten und Notargebühren? Nebst einer Zusammenstellung der Vorschriften des Bürgerlichen Gesetzbuches über die Form der Rechtsgeschäfte, einer Textausgabe des Preußischen Gerichtskostengesetzes und der Gebührenordnung für Notare in ihrer neuesten Fassung und einem ausführlichen Sachregister. Von Geh. Justizrat J. Marcus. 136 S. in 8°. Industrieverlag Spaeth & Linde. Berlin 1918. Preis geb. 4 M.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

A. G. Mix & Genest, Telephon- und Telegraphen-Werke, Berlin-Schöneberg[1]). Nach dem Bericht über das 29. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Rohüberschüsse 3,273 Mill. M (3,597 i. V.), Handlungsunkosten 0,983 Mill. M (0,773 i. V.), Steuern und Versicherungen 0,454 Mill. M (0,234 i. V.), Zinsen 0,151 Mill. M (0,156 i. V.), Abschreibungen 0,266 Mill. M (0,787 i. V.), und es ergibt sich ein Reingewinn einschl. Vortrag von 1,524 Mill. M (1,739 i. V.). Hiervon werden 15% Dividende auf 4,2 Mill. M und 7½% Dividende auf 2,1 Mill. M (18% auf 4,2 Mill. M i. V.) gezahlt, der Aufsichtsrat erhält 0,026 Mill. M (0,054 i. V.), Beamte und Arbeiter 0,200 Mill. M (0,300 i. V.), für Kriegsreserve werden 0,400 Mill. M (0,517 i. V.) zurückgestellt und 0,104 Mill. M (0,105 i. V.) vorgetragen. In der mit 17,396 Mill. M (15,399 i. V.) abschließenden Bilanz stehen Grundstücke und Gebäude mit 3,311 Mill. M (3,411 i. V.), Beteiligungen mit 0,810 Mill. M (0,600 i. V.), Wertpapiere mit 0,613 Mill. M (3,230 i. V.), Bankguthaben und Kasse mit 1,108 Mill. M (0,225 i. V.), Waren mit 6,660 Mill. M (4,363 i. V.) zu Buch. Schuldnern mit 4,890 Mill. M (3,570 i. V.) stehen Gläubiger mit 4,272 Mill. M (3,436 i. V.) gegenüber. *Ptz.*

Felten & Guilleaume, Fabrik elektr. Kabel, Stahl- u. Kupferwerke A.G., Wien.[2]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 7,913 Mill. K (6,333 i. V.), die Unkosten 0,775 Mill. K (0,576 i. V.), Ausgaben für Wohlfahrtszwecke und Kriegsfürsorge 1,420 Mill. K (0,850 i. V.), Abschreibungen 0,8 Mill. K (0,879 i. V.), Steuern 1,190 Mill. K (0,723 i. V.), und es ergibt sich ein Reingewinn von 3,728 Mill. K (3,305 i. V.). Hiervon sollen 20% Dividende auf 8,5 Mill. K (wie i. V.) gezahlt werden. Die Bilanz schließt mit 27,317 Mill. K ab (21,810 i. V.).

Elektrizitätswerk und Straßenbahn Königsberg A.G., Königsberg.[3]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrug der Anschlußwert des Elektrizitätswerks für Licht und Kraft 21 168 kW (19 385 i. V.), für Bahn 6107 kW (wie i. V.). Die Stromlieferung betrug 12,022 Mill. kWh (12,373 i. V.). Die Straßenbahn leistete 5,543 Mill. Wagenkm (6,642 i. V.) und beförderte 43,176 Mill. Fahrgäste (37,020 i. V.). Die Einnahmen aus Stromlieferung und Straßenbahnbetrieb stellten sich auf 7,242 Mill. M (6,024 i. V.) und ergaben einen Reingewinn von 0,579 Mill. M (0,571 i. V.), von dem 8% Dividende (wie i. V.) auf 5 Mill. M gezahlt werden sollen.

Kabelwerk Duisburg, Duisburg.[4]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 sind die Abteilung Zünderfabrik Mülheim a. Ruhr und Beteiligung am Granatenfüllwerk Kray abgestoßen worden, um dem Werk den Charakter eines reinen Elektrizitätsunternehmens wiederzugeben. Die Einnahmen betrugen 3,769 Mill. M (2,400 i. V.). Der Reingewinn von 1,589 Mill. M (1,477 i. V.) soll zur Ausschüttung einer Dividende von 16% auf 3 Mill. M (wie i. V.) und eines Bonus von 9% (wie i. V.) verwendet werden.

Heidelberger Straßen- und Bergbahn A. G., Heidelberg[5]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden 1,728 Mill. Wagenkm (1,913 i. V.) geleistet und 9,774 zahlende Fahrgäste (9,538 i. V.) befördert. Die erzielten Einnahmen betrugen 1,301 Mill. M (1,036 i. V.), der Reingewinn 0,091 Mill. M (0,060 i. V.). Es sollen 4% Dividende (3 i. V.) auf 1,235 Mill. M gezahlt werden.

Arbeitsmarkt.

April 1918[6]). Die Fabriken von Dynamos, Elektromotoren und Transformatoren sowie für die Herstellung elektromedizinischer Apparate waren im Berichtsmonat ebenso gut beschäftigt wie im Vormonat und z. T. noch besser als im Vorjahre. Die Schwach- und Starkstromindustrie hat keine wesentlichen Veränderungen im Beschäftigungsgrad aufzuweisen. In der Industrie für Errichtung elektrischer Anlagen wird der Geschäftsgang zumeist als lebhaft bezeichnet. Wesentliche Änderungen gegenüber dem Vormonat und dem Vorjahre sind nicht festzustellen. Die Werke für Kabel- und Leitungsdrähte hatten ebensogut, z. T. noch mehr zu tun als im März. Gegenüber dem Vorjahr ist der Beschäftigungsgrad unverändert befriedigend geblieben. Bisweilen wurde Mangel an Schwerarbeitern gemeldet. Wiederholt waren Überarbeit und Nachtschicht notwendig.

25 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. V. 1918 35 595 männliche (+ 1,5% g. Vm.) und 48 131 weibliche (— 4,8% g. Vm.) Pflichtmitglieder. 17 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende April 1918 mit insgesamt 6890 (+ 296 bzw. + 4,5% g. Vj.)[1]) an, die Zahl der Männer ist um 226 auf 3220 gestiegen, die der Frauen hat um 77 zugenommen. Angaben von 17 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 6890 Beschäftigte (+ 48 bzw. + 0,7% g. Vm.)[2]), darunter 3220 Männer (+ 37); die Zahl der Frauen stieg um 10. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 497 Arbeitsgesuche vor, d. s. 48% der 1041 angemeldeten offenen Stellen (38% von 1117 i. Vm.; 52% von 984 i. Vj.)[3]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 343, Auf Preußen entfallen 276 Arbeitsgesuche, d. s. 49% von 568 Arbeitsgelegenheiten (35% von 630 i. Vm.; 44% von 599 i. Vj.); 163 Stellen kamen hier zur Besetzung.

Außenhandel.

Englands Eindringen in die spanische Elektrizitätsindustrie. Nach einer Mitteilung der „Times" ist von der englischen Firma Babcock & Wilcox in Bilbao eine neue Maschinenbauanstalt als Aktiengesellschaft gegründet worden, welche das größte Unternehmen dieser Art in Spanien werden soll. Die spanische Regierung verbürgt der neuen Gesellschaft eine Verzinsung von 5% des eingezahlten Aktienkapitals von 24 Mill. Pes., von denen 20 Mill. bereits gezeichnet sind. Es sollen Schiffskessel, Kesselmaschinen, nahtlose Rohre, Lokomotiven, die früher ausschließlich aus Deutschland bezogen wurden, und vieles andere hergestellt werden. Der Vertrag zwischen der Firma Babcock & Wilcox und der neuen Gesellschaft läuft bis zum Jahre 1940, und es ist vorgesehen, daß bis dahin alle Maschinen, Werkzeuge usw., gleiche Preise vorausgesetzt, in England gekauft werden müssen. Bemerkenswert ist, daß sich auch die beiden größten Elektrizitätsunternehmungen, die Sociedad Hydroelectrica Espagnola und die Sociedad Hydroelectrica Iberica beteiligt haben. Man kann daher annehmen, daß die Neugründung die deutsche elektrotechnische Industrie in Spanien, welche bisher dort an erster Stelle stand, auszuschalten bestimmt ist. *Bd.*

Firmenverzeichnis.

„Gleichrichter" G. m. b. H., Berlin. Gegenstand: Fabrikation und Vertrieb von Quecksilberdampf-Gleichrichtern und anderen elektrischen Apparaten. Stammkapital: 30 000 M; Geschäftsführer: P. Heinroth, E. Marschner.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Nelep (Haftsumme: 200 M; höchste Anteilzahl eines Genossen: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Groß-Mellen (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts-Verwertungsgenossenschaft m. b. H., Milostowo. — Elektrizitäts-Genossenschaft m. ub. H., Gostorf. — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. ub. H., Brünkendorf.

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Telephon-Fabrik A. G. vorm. J. Berliner, Hannover: um 2,5 auf 7,5 Mill. M.

Löschungen. Elektrizitätswerk Dieringhausen G. m. b. H., Dieringhausen.

Österreich-Ungarn. Die Gesellschaft für elektrische Industrie, Wien, hat beschlossen, ihr Aktienkapital um 6 auf 12 Mill. Kr zu erhöhen.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 252.
[2]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 340.
[3]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 285.
[4]) Bericht über 1912 vgl. „ETZ" 1913, S. 544.
[5]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1911, S. 1325.
[6]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 5. Bericht über März vgl. „ETZ" 1918, S. 212.

[1]) Bei 306 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 10,5%, bei 83 der Maschinenindustrie + 16,2% g. Vj.
[2]) Bei 304 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 4,4%, bei 83 der Maschinenindustrie + 11,7% g. Vm.
[3]) Für alle Fächer bei Männern 62% (56 i. Vm.; 57 i. Vj.), bei Frauen 89% (85 i. Vm.; 107 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.

Abschluß des Heftes: 29. Juni 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 11. Juli 1918.** **Heft 28.**

Charakteristik von Pupinleitungen.

Von Dr.-Ing. L. Schultheiß,
Regierungsbaumeister in München.

Übersicht. **Die Bestimmung der Charakteristik einer Fernsprechleitung mit Pupinspulen erfolgt stets unter der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Spulenkonstanten über die ganze Leitungslänge. (Homogene Ersatzleitung.) Erfahrungsgemäß kann die Charakteristik der Leitung auf diese Weise nur angenähert bestimmt werden. In der vorliegenden Arbeit wird ein Verfahren zur Feststellung des genauen Wertes angegeben, und seine Brauchbarkeit durch Versuche nachgewiesen. An einem Beispiel wird gezeigt, daß die in der Praxis mehrfach beobachteten Unstimmigkeiten in den Werten der Charakteristik zum Teil auf ungleichmäßige Spulenverteilung zurückgeführt werden können.**

1. Einleitung.

Die Berechnung der Charakteristik und der Dämpfungskonstanten bzw. des Dämpfungsexponenten einer homogenen Fernsprechleitung erfolgt auf Grund der Beziehungen:

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\frac{\Re + i\,w\,L}{A + i\,w\,C}}\ ^{1}) \quad \ldots (1$$

$$\gamma_l = \beta_l + i\,\alpha_l = \sqrt{(\Re + i\,w\,L)\,(A + i\,w\,C)}\ . \quad (2$$

Hierbei bedeuten:

$\mathfrak{Z}$ die Charakteristik der Leitung,
γ_l die Dämpfungskonstante,
β_l den Dämpfungsexponenten,
α_l das Winkelmaß,
$\Re$ den wirksamen Widerstand,
L die Induktivität,
C die Kapazität,
A die Ableitung,
w die Kreisfrequenz.

Die Gl. (1) und (2) pflegt man in der Praxis auch zur Bestimmung der Charakteristik und der Dämpfungskonstanten von Pupinleitungen anzuwenden, wobei man eine gleichmäßige Verteilung der wirksamen Werte $\Re$, L, C und A der Spulen über die ganze Leitungslänge annimmt. Auf diese Weise erhält man allerdings nicht Charakteristik und Dämpfung der tatsächlich ausgeführten Leitung, sondern die entsprechenden Werte der sogenannten „homogenen Ersatzleitung". Diese stimmen mit den wirklichen Werten um so weniger überein, je weniger die Voraussetzung der gleichmäßigen Verteilung der Spulenwerte über die Leitungslänge tatsächlich erfüllt ist, je höher also die Induktivität der Spulen, und je größer ihr Abstand ist.

Die genaue Berechnung der Dämpfungskonstanten ist auf Grund der von Pupin angegebenen Beziehungen[2]) möglich, dagegen besteht noch kein Verfahren zur Bestimmung der tatsächlichen Werte der Charakteristik. Dies ist schon mehrfach als ein Mangel empfunden worden[3]). Der Unterschied zwischen dem wirklichen Wert der Charakteristik und dem Wert der homogenen Ersatzleitung ist zwar bei den in der Praxis zur Anwendung kommenden Induktivitätswerten der Spulen — bis 0,25 H — und Spulenabständen — bis 4 km — im allgemeinen nicht erheblich, trotzdem erscheint es manchmal wünschenswert, die Größe der Charakteristik genauer zu kennen, als die Formel für die homogene Ersatzleitung sie zu bestimmen gestattet. Dies ist z. B. der Fall, wenn es sich um Feststellung der Ursache einer größeren Abweichung zwischen beobachteten und berechneten Werten handelt[1]).

Zu diesem Zweck wird in folgendem ein Verfahren zur Ermittlung der Charakteristik mit einer, wohl für alle Fälle der Praxis ausreichenden Genauigkeit angegeben. Dieses Verfahren ist grundsätzlich auch zur Bestimmung der Dämpfungskonstanten anwendbar, doch ist die hierbei zu erzielende Genauigkeit — soweit sich dies aus den Versuchen ersehen läßt — nicht größer als die mit anderen Berechnungsmethoden erreichbare[2]).

2. Bestimmung der Charakteristik.

Bezeichnen:

$\mathfrak{U}_k$ den Kurzschluß-,
$\mathfrak{U}_l$ den Leerlaufwiderstand einer homogenen oder symmetrischen Leitung,

so ist

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\mathfrak{U}_k \cdot \mathfrak{U}_l} \quad \ldots \ldots (3$$

$$\gamma_l = \beta + i\,\alpha_l = \frac{1}{2}\,\lg\frac{1 + \sqrt{\mathfrak{U}_k/\mathfrak{U}_l}}{1 - \sqrt{\mathfrak{U}_k/\mathfrak{U}_l}} \quad . \quad (4$$

Die Kenntnis des Kurzschluß- und des Leerlaufwiderstandes genügt zur Berechnung sowohl der Charakteristik als auch der Dämpfungskonstanten. Die beiden Gleichungen dienen häufig zur Bestimmung dieser Größen auf dem Wege der Messung.

$\mathfrak{U}_k$ und $\mathfrak{U}_l$ können aber auch auf graphischem Wege bzw. durch Rechnung ermittelt werden, bei homogenen Leitungen aus den wirksamen Werten[3]), bei Spulenleitungen in folgender Weise:

Man betrachtet ein Element einer Spulenleitung, bestehend aus den beiden Leiterstücken a und b (Abb. 1) von der Länge je eines

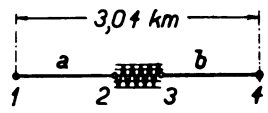


Abb. 1. Element einer Spulenleitung.

halben Spulenabstandes und der in der Mitte liegenden Spule als eine aus drei homogenen Stücken zusammengesetzte Leitung, faßt also die Spule selbst als homogene Leitung auf. Wie weit dies für den vorliegenden Zweck zulässig ist, muß der Versuch lehren.

Ermittelt man nun den Wert des Scheinwiderstandes am Anfang von a (Punkt 1), wenn das Ende (Punkt 4) kurzgeschlossen oder offen ist, so erhält man den Kurzschluß- bzw. den Leerlaufwiderstand des Elementes der Spulenleitung.

Das Verfahren braucht natürlich nicht auf ein Leitungselement beschränkt zu bleiben, es kann auch auf eine beliebige Anzahl von Elementen ausgedehnt werden.

Die Bestimmung von $\mathfrak{U}_k$ und $\mathfrak{U}_l$ erfolgt dabei mit Hilfe des von Rößler begründeten und vom Verfasser den Zwecken der Fernsprechtechnik angepaßten Verfahrens[4]).

Die Grundlage bilden die Gleichungen:

$$\mathfrak{V}_a = \mathfrak{A} \cdot \mathfrak{J}_e\,(\Re_e + \mathfrak{U}_k) \quad \ldots (5$$

$$\mathfrak{J}_a = \mathfrak{A} \cdot \mathfrak{J}_e\left(1 + \frac{\Re_e}{\mathfrak{U}_l}\right) \quad \ldots (6$$

Hierbei bezeichnen:

$\mathfrak{V}_a\ \mathfrak{J}_a$ Spannung und Stromstärke am Anfang der Leitung,
$\mathfrak{V}_e\ \mathfrak{J}_e$ die entsprechenden Werte am Ende,
$\Re_e$ den Scheinwiderstand der Belastung,
$\mathfrak{A}$ den Dämpfungsfaktor.

Die Gleichungen sind auf die drei Stücke des Elementes der Spulenleitung getrennt anzuwenden. Der Scheinwiderstand am Anfang von b (Punkt 3) bildet dabei die Belastung für die Spule, der Scheinwiderstand am Anfang der Spule (Punkt 2) die Belastung für das Kabelstück a.

Die Auswertung der Gleichungen kann graphisch oder rechnerisch erfolgen. Die graphische Auswertung hat den Vorteil größerer Schnelligkeit, die Rechnung den etwas größerer Genauigkeit. Bei den später untersuchten Fällen erfolgte die Auswertung graphisch.

Hierbei können einige Vereinfachungen Platz greifen. Zunächst ist die Kenntnis des Dämpfungsfaktors unnötig, weil nicht die absolute Größe von $\mathfrak{V}_a$ und $\mathfrak{J}_a$ bestimmt zu werden braucht, sondern nur der Wert des Quotienten $\frac{\mathfrak{V}_a}{\mathfrak{J}_a}$. Außerdem ist der Scheinwiderstand im Punkt 3 bei kurzgeschlossenem bzw. offenem Kabel einfach gleich dem Kurzschluß- bzw. Leerlaufwiderstand des Kabelstückes b. Sein Wert ist aus den wirksamen Konstanten des Kabels zu berechnen[1]). Schließlich kann bei Feststellung des Stromverlaufes in der Spule für den Fall des kurzgeschlossenen Kabels der Quotient $\frac{\Re_e}{\mathfrak{U}_l}$ vernachlässigt werden. $\Re_e$, d. i. der Kurzschlußwiderstand von b, beträgt kaum 1000 Ω, der Leerlaufwiderstand der Spule liegt bei 50 000 bis 100 000 Ω. Der Wert des Quotienten $\frac{\Re_e}{\mathfrak{U}_l}$ ist also nicht größer als 2%; bei der graphischen Auswertung der Gleichungen kann er seiner Kleinheit wegen überhaupt nicht in Betracht gezogen werden, so daß $\mathfrak{J}_a = \mathfrak{J}_e$ wird.

3. Messungen an Kabeln.

Untersucht wurden Kabelstücke von 1,52 km Länge mit Leitern von 0,6, 0,8, 1,5 und 2,0 mm Durchmesser. Zwischen je zwei Schleifen eines Kabels wurden abwechselnd Spulen[2]) verschiedener Induktivität (siehe Zahlentafel 1) eingeschaltet, so daß Lei

Zahlentafel 1.

Spule	Induktivität	Kurzschluß-widerstand	Leerlauf-widerstand
I	etwa 0,10	474 (+ 89° 10′)	84 900 (− 64° 52′)
II	etwa 0,14	682 (+ 89° 20′)	45 190 (− 47° 54′)

tungen von 3,04 km Länge entstanden, die gerade ein Element einer Spulenleitung vorstellten. Die Charakteristik und die Dämpfungskonstante wurden mit Hilfe der Gl. (3) und (4) aus dem Kurzschluß- und dem Leer-

[1]) Zum Beispiel Breisig, „Theoretische Telegraphie" 1910, S. 281.
[2]) „El. World" 1901, S. 587. Breisig, „Theoretische Telegraphie" 1910, S. 327.
[3]) Breisig, „ETZ" 1914, S. 671. Petritsch, „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1916, S. 561.

[1]) Breisig, „ETZ" 1914, S. 671.
[2]) „El. World" 1901, S. 587. Breisig, „Theoretische Telegraphie" 1910, S. 327.
[3]) Schultheiß, „Arch. f. Elektr.", Bd. VI, 1917, S. 76.
[4]) Ebenda S. 78.

[1]) Schultheiß, „Arch. f. Elektr.", Bd. VI, S. 76.
[2]) Die beiden Spulen wurden freundlicherweise von der Firma Siemens & Halske zur Verfügung gestellt.

Digitized by Google

laufwiderstand berechnet, dessen Größe mit der Frankeschen Maschine festgestellt wurde.

Zunächst sollen die Ergebnisse dieser Messungen, die mit möglichster Sorgfalt durchgeführt wurden, für sich besprochen werden. Sie sind in Zahlentafel 2 vereinigt.

Nachdem aber aus dem Leerlaufwiderstand der genaue Wert der Ableitung nicht ohne weiteres bestimmt werden kann, und die Feststellung auf anderem Wege nicht möglich war, wurde auf ihre Berücksichtigung verzichtet. Die Charakteristik der homogenen Ersatzleitung erfährt hierdurch praktisch keine Änderung, d. h. die Änderung bleibt innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der Messung.

Die Meßgenauigkeit ist erfahrungsgemäß bei Spulenleitungen etwas geringer als bei anderen Leitungen, besonders bei kurzen Stücken, und niederen Frequenzen des Sprechstromes. Je geringer die Frequenz, um so schwieriger ist die genaue Einhaltung einer gleichmäßigen Umdrehungszahl des Ankers der Frankeschen Maschine und die Einstellung der Nullpunktslage bzw. des Tonminimums im Hörer.

Die spezifische Dämpfung erscheint dagegen zu gering, sie müßte sich nach der Theorie den durch Messung festgestellten Werten mehr nähern, als dies auf Zahlentafel 2 der Fall ist.

Der Unterschied zwischen der Charakteristik der wirklichen Leitung $\mathfrak{Z}_g$ (Amplitude Z_g, Phase φ_g) und der homogenen Ersatzleitung $\mathfrak{Z}_k$ (Amplitude Z_k, Phase φ_k) macht sich besonders bei der Amplitude, weniger bei der Phase der Charakteristik bemerkbar. Er ist um so größer, je ungleichmäßiger die wirksamen Werte der Leitung und der Spulen verteilt sind. Einen Maßstab für die Gleichmäßigkeit der Verteilung gibt der Wert der Eigenfrequenz ω_0 des Leitungselementes. ω_0 steigt mit zunehmender Gleichmäßigkeit der Verteilung.

Nachdem hauptsächlich in Deutschland die Brauchbarkeit einer Spulenleitung mit Rücksicht auf die Verzerrung nach der Höhe

Zahlentafel 2.

	Drahtstärke mm	Kreisfrequenz	Wirksamer Widerstand von Leitung und Spule Ω	Induktivität von Leitung und Spule H	Kapazität von Leitung und Spule μF	Ableitung der Leitung $S \cdot 10^{-6}$	Eigenfrequenz	Charakteristik der homogenen Ersatzleitung Z_k (φ_k)	Charakteristik gemessen Z_g (φ_g)	Spezifische Dämpfung der homogenen Ersatzleitung	Spezifische Dämpfung gemessen
Spule I	0,6	3030	147,71	0,0312	0,0370	0,5	19 580	1250 (— 28° 46′)	1267 (— 28° 28′)	0,0673	0,0685
		5000	148,07	0,0312	0,0370	0,7		1079 (— 21° 50′)	1124 (— 21° 37′)	0,0739	0,0747
		7000	148,20	0,0312	0,0370	1,0		1010 (— 17° 10′)	1094 (— 17° 13′)	0,0772	0,0782
	0,8	3030	61,91	0,0314	0,0324	0,4	20 890	1075 (— 16° 16′)	1088 (— 15° 50′)	0,0300	0,0301
		5000	62,27	0,0314	0,0324	0,7		1021 (— 10° 35′)	1058 (— 10° 28′)	0,0310	0,0312
		7000	62,40	0,0314	0,0324	0,9		1004 (— 7° 46′)	1080 (— 7° 40′)	0,0316	0,0319
	1,5	3030	19,91	0,0314	0,0322	0,4	20 980	998 (— 5° 42′)	1016 (— 5° 39′)	0,0102	0,0102
		5000	20,27	0,0314	0,0322	0,7		992 (— 3° 31′)	1029 (— 3° 31′)	0,0106	0,0110
		7000	20,40	0,0314	0,0322	0,9		990 (— 2° 30′)	1063 (— 2° 39′)	0,0108	0,0113
	2,0	3030	12,35	0,0313	0,0434	0,5	18 000	853 (— 3° 32′)	870 (— 3° 40′)	0,00747	0,00784
		5000	12,71	0,0313	0,0434	0,9		852 (— 2° 12′)	892 (— 2° 21′)	0,00784	0,00856
		7000	12,84	0,0313	0,0434	1,2		852 (— 1° 34′)	934 (— 1° 48′)	0,00800	0,00892
Spule II	0,6	3030	148,39	0,0461	0,0370	0,5	16 100	1345 (— 23° 27′)	1363 (— 23° 00′)	0,0691	0,0622
		5000	149,11	0,0461	0,0370	0,7		1215 (— 16° 32′)	1266 (— 16° 30′)	0,0640	0,0662
		7000	149,44	0,0461	0,0370	1,0		1168 (— 12° 30′)	1312 (— 12° 53′)	0,0685	0,0698
	0,8	3030	62,59	0,0463	0,0326	0,4	17 200	1248 (— 11° 48′)	1259 (— 11° 18′)	0,0263	0,0267
		5000	63,31	0,0463	0,0326	0,7		1213 (— 7° 22′)	1261 (— 7° 12′)	0,0266	0,0285
		7000	63,64	0,0463	0,0326	0,9		1202 (— 5° 22′)	1325 (— 5° 20′)	0,0270	0,0293
	1,5	3030	20,59	0,0463	0,0324	0,4	17 280	1201 (— 4° 00′)	1213 (— 3° 42′)	0,00898	0,00971
		5000	21,31	0,0463	0,0324	0,7		1198 (— 2° 29′)	1249 (— 2° 22′)	0,00938	0,0105
		7000	21,64	0,0463	0,0324	0,9		1197 (— 1° 47′)	1315 (— 1° 51′)	0,00980	0,0113
	2,0	3030	13,03	0,0462	0,0436	0,5	14 830	1033 (— 2° 31′)	1052 (— 2° 21′)	0,00665	0,00777
		5000	13,75	0,0462	0,0436	0,9		1032 (— 1° 35′)	1087 (— 1° 29′)	0,00712	0,00872
		7000	14,03	0,0462	0,0436	1,2		1031 (— 1° 09′)	1178 (— 1° 24′)	0,00752	0,00943

Die zugrunde gelegten wirksamen Werte der Kabelstücke sind aus dem Kurzschluß- und dem Leerlaufwiderstand berechnet, die der Spulen durch Messung mit der Wechselstrombrücke ermittelt. Zur Bestimmung der Eigenschwingungszahl ω_0 des Leitungselementes hat die Gleichung Anwendung gefunden:

$$\omega_0 = \frac{2}{s}\sqrt{\frac{1}{CL}}, \quad \ldots \quad (7$$

wobei s den Spulenabstand bedeutet.

Die Charakteristik und die spezifische Dämpfung der homogenen Ersatzleitung sind mit Hilfe der Gl. (1) und (2) ohne Berücksichtigung der Spulenableitung berechnet. Nach den Angaben von Ebeling[1]) ist die Ableitung normaler Spulen vernachlässigbar gering, $0{,}10 - 0{,}25 \cdot 10^{-6}$ S; die der verwendeten Spulen war allerdings (wie die Phase des Leerlaufwiderstandes erkennen läßt) wesentlich größer.

[1]) Vgl. „ETZ" 1910. S. 422.

Zahlentafel 3. Vergleich der durch Messung und der nach dem graphischen Verfahren bestimmten Werte der Charakteristik und der spezifischen Dämpfung bei $\omega = 5000$.

Drahtstärke mm	Kabel ausgerüstet mit		Spule I: homogene Ersatzleitung	Spule I: gemessen	Spule I: gerechnet	Spule II: homogene Ersatzleitung	Spule II: gemessen	Spule II: gerechnet
0,6	Kurzschlußwiderstand .	$\mathfrak{U}_k$		755 (+ 41° 04′)	743 (+ 41° 33′)		1007 (+ 50° 04′)	998 (+ 51° 32′)
	Leerlaufwiderstand . .	$\mathfrak{U}_l$		1672 (— 84° 18′)	1678 (— 82° 39′)		1593 (— 83° 04′)	1605 (— 82° 12′)
	Charakteristik	$\mathfrak{Z}$	1079 (— 21° 50′)	1124 (— 21° 37′)	1116 (— 20° 33′)	1215 (— 16° 32′)	1266 (— 16° 30′)	1266 (— 15° 20′)
	Spezifische Dämpfung .	β	0,0739	0,0747	0,0760	0,0640	0,0662	0,0665
0,8	Kurzschlußwiderstand .	$\mathfrak{U}_k$		583,6 (+ 66° 44′)	585 (+ 66° 35′)		862 (+ 72° 08′)	861 (+ 72° 18′)
	Leerlaufwiderstand . .	$\mathfrak{U}_l$		1923 (— 87° 40′)	1915 (— 87° 30′)		1833 (— 86° 32′)	1835 (— 85° 50′)
	Charakteristik	$\mathfrak{Z}$	1021 (— 10° 35′)	1058 (— 10° 28′)	1058 (— 10° 28′)	1213 (— 7° 22′)	1261 (— 7° 12′)	1257 (— 6° 56′)
	Spezifische Dämpfung .	β	0,0310	0,0312	0,0315	0,0266	0,0285	0,0296
2,0	Kurzschlußwiderstand .	$\mathfrak{U}_k$		571,5 (+ 84° 22′)	573 (+ 84° 21′)		899 (+ 85° 25′)	894 (+ 85° 30′)
	Leerlaufwiderstand . .	$\mathfrak{U}_l$		1394 (— 89° 04′)	1396 (— 89° 00′)		1315 (— 88° 25′)	1318 (— 88° 30′)
	Charakteristik . . .	$\mathfrak{Z}$	852 (— 2° 12′)	852 (— 2° 21′)	894 (— 2° 20′)	1032 (— 1° 35′)	1087 (— 1° 29′)	1085 (— 1° 30′)
	Spezifische Dämpfung .	β	0,00784	0,00856	0,00866	0,00712	0,00872	0,00800

4. Vergleich der gemessenen und der nach dem graphischen Verfahren ermittelten Werte der Charakteristik.

In Zahlentafel 3 sind für einige Drahtstärken die einander entsprechenden Werte

Digitized by Google

der Charakteristik und der Dämpfung gegenübergestellt. Die zur Auswertung der Gleichungen (5) und (6) notwendigen Werte des Leerlauf- und Kurzschlußwiderstandes der

Zahlentafel 4. Wirksame Werte der Kabelstücke ohne Spulen von der Länge eines halben Spulenabstandes ($l = 1{,}52$ km) $\omega = 5000$.

Leiterdurchmesser mm	Kurzschlußwiderstand $\mathfrak{U}_k$	Leerlaufwiderstand $\mathfrak{U}_l$	Charakteristik $\mathfrak{S}$	Dämpfungskonstante β_l	Winkelmaß α_l
0,6	222 (— 0° 10′)	3658 (— 88° 50′)	901 (— 44° 30′)	0,1730	0,1757
0,8	94,1 (+ 2° 53′)	4164 (— 89° 15′)	626 (— 43° 11′)	0,1031	0,1087
2,0	17,4 (+ 15° 02′)	3100 (— 89° 50′)	232,2 (— 37° 24′)	0,0455	0,0594

Leiterstücke *a* und *b* (Abb. 1) sind in Zahlentafel 4 angegeben, die der Spulen in Zahlentafel 1. Sie sind sämtlich durch Messung ermittelt.

Die Übereinstimmung der gemessenen und der graphisch bestimmten Werte der Charakteristik und der Dämpfung (Zahlentafel 3) ist manchmal sehr gut. Der Unterschied ist wohl nirgends so bedeutend, daß er nicht größtenteils durch Ungenauigkeiten der Messung oder des Vektordiagramms erkärt werden könnte. Die Auffassung der Spule als homogene Leitung erscheint also für den vorliegenden Zweck gerechtfertigt. Bei der Amplitude der Charakteristik ist die Übereinstimmung besser als bei der Phase; die Amplitude ist eben sowohl durch Messung als auch mit Hilfe des Vektordiagramms leichter genau zu bestimmen als die Phase. Das gilt für jeden Scheinwiderstand und tritt bei der Dämpfung besonders in

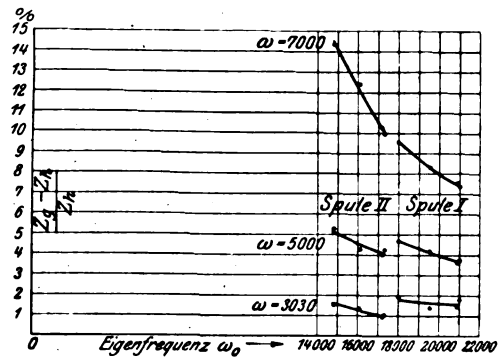


Abb. 2. Unterschied zwischen den gemessenen Werten der Charakteristik und den Werten der homogenen Ersatzleitung.

Erscheinung. Unterschiede von wenigen Minuten in der Phase des Kurzschluß- und Leerlaufwiderstandes bewirken bei der geringen Leitungslänge schon ziemliche Änderungen des Dämpfungswertes, weshalb sich auch das angegebene Verfahren zu dessen Bestimmung weniger gut eignet.

5. Charakteristik bei unsymmetrischer Spulenanordnung.

Örtliche Rücksichten verhindern manchmal die ganz genaue Einhaltung des Spulenabstandes. Die Verschiebung einer Spule um einige Prozent aus ihrer mittleren Lage verursacht bei der Dämpfung keine irgendwie ins Gewicht fallende Änderung, wohl aber bei der Charakteristik.

An einem **Beispiel** soll dies gezeigt werden.

Die Spule eines Leitungselementes (Abb. 1) sei bei **2 mm** Drahtstärke **um 150 m** aus der Mitte nach dem Leitungsanfang hin verschoben. Dies entspricht bei 3,04 km Spulenabstand einer Verschiebung von nicht ganz 5%, die immerhin eintreten kann. Die Charakteristik wird nunmehr an beiden Enden verschieden. Das graphische Verfahren ergibt:

gemessen	am Anfang (Punkt 1)	am Ende (Punkt 4)
Charakteristik:	1021 (—1° 02′)	1139 (—1° 06′)
Spez. Dämpfung:	0,00843	0,00843

Die entsprechenden Werte des symmetrischen Leitungselementes waren: 1087 (— 1° 29′) und 0,00872.

Befindet sich nun das unsymmetrische Leitungselement gerade am Meßende, so erleidet die Charakteristik der ganzen Leitung eine Veränderung, weil deren Wert hauptsächlich durch die dem Meßende zunächstliegenden Leitungsteile bedingt wird.

Durch derartige Unsymmetrien in der Spulenanordnung lassen sich also wenigstens teilweise die in der Praxis mehrfach beobachteten beträchtlichen Abweichungen der gemessenen von den Werten der entsprechenden homogenen Ersatzleitung erklären[1]).

Die Elektrisierung der Gotthard-Bahn.

(Fortsetzung von S. 263.)

Stromart, Spannung, Periodenzahl.

Den breitesten Raum nahmen die einschlägigen Untersuchungen über die Wahl der Stromart ein. Sie erstreckten sich nicht nur auf die Frage: Drehstrom, Einphasen- oder Gleichstrom? sondern auch auf die günstigste Polwechselzahl. Der Meinungsaustausch hierüber wurde in breitester Öffentlichkeit geführt und füllte die Spalten der großen Schweizer Tageszeitungen, was die Entschlüsse der zuständigen Stellen nicht gerade erleichtert hat. An den Besprechungen, die in der Versammlung des Schweizerischen Wirtschaftsverbandes und des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins am 14. XII. 1915 ihren Abschluß fanden, haben sich maßgebende Persönlichkeiten der Schweizer Verkehrs- und Elektrotechnik, wie Thormann und Wyssling, Boveri, Behn-Eschenburg und Kummer beteiligt. Die hierbei geäußerten Anschauungen weichen untereinander und von den normalen Für- und Gegenreden auf diesem Gebiete soweit ab, daß das Wesentlichste hieraus hier wiedergegeben werden soll. W. Boveri stellte sich auf den Standpunkt, man müßte unter besonderer Berücksichtigung der Ausnutzung der Wasserkräfte, im allgemeinen technischen und wirtschaftlichen Interesse, den Strom der Bahnwerke in einer marktgängigen Form erzeugen. Es komme daher nicht Einphasenstrom von 15 Perioden, sondern Drehstrom von 50 Perioden, der auch für Beleuchtungszwecke einwandfrei verwendet werden könne, in Frage. Allerdings müßte dann der für Bahnzwecke erforderliche Strom umgeformt werden. Würde er aber umgeformt, dann sei seiner Meinung nach schon die Umformung auf Gleichstrom empfehlenswert, und dies noch mehr, da nach seiner Ansicht in absehbarer Zeit ein ruhender Gleichrichter zur Verfügung stehen dürfte.

Dr. Behn-Eschenburg trat diesem Vorschlag entgegen und befürwortete, gestützt auf die guten Erfahrungen bei der Lötschbergbahn (L. B.), die Verwendung von 15 Per-Einphasen-Wechselstrom von 15000 V Fahrdrahtspannung. Die elektrischen Lokomotiven und Motorwagen der L. B. genügen den größten Anforderungen an Leistungsfähigkeit und Regelbarkeit. Der Wirkungsgrad der L. B.-Lokomotiven ist, insbesondere beim Anfahren, allen anderen Systemen überlegen. Für Werke, die hauptsächlich Lichtstrom abgeben müssen, kann ja 50 Per-Drehstrom hergestellt und durch Maschinen auf Bahnstrom umgeformt werden. In Werken, die aber hauptsächlich Bahnstrom erzeugen, dürfte sich der umgekehrte Vorgang empfehlen.

Dr. W. Kummer stand auf dem Standpunkt, daß man beim Entwurf eines Bahnkraftwerkes lediglich die möglichste Verbilligung des von ihm gelieferten Bahnstromes anzustreben hat, und sich durch keine, wie immer genannten, anderen wirtschaftlichen Ziele von dieser Bedingung abdrängen lassen darf. Die von den Bundesbahnen zu errichtenden Werke werden mit Rücksicht auf Betriebssicherheit über einen Überschuß von 10 bis 25% ihrer Jahresleistung verfügen, der etwa auch für andere Zwecke wirtschaftlich verwertet werden kann. Man darf aber wegen dieses geringen Bruchteiles den Betrieb der Bahn dadurch nicht verteuern, daß man die Hauptmengen von 75 bis 90% umformt.

Ingenieur Thormann gab zu, daß man heute imstande ist, den Hauptbahnbetrieb nach drei elektrischen Stromarten mit vollkommener Sicherheit durchzuführen. Drehstrom eigne sich dazu am wenigsten, während Einphasen-Wechselstrom mit 15000 V sowohl technisch allen Anforderungen entspräche und in der Schweiz gründlich erprobt sei. Er habe sich auch wirtschaftlich gut bewährt, was vom Gleichstrom noch nicht einwandfrei behauptet werden könne. Wenn nicht etwa die Absicht bestände, die Elektrisierung der G. B. auf mehrere Jahre hinaus noch länger zu verschieben, müsse die Entscheidung schon jetzt für Einphasenstrom erfolgen, weil man in absehbarer Zeit vom Gleichstrom etwas besseres nicht erwarten könne. Bestenfalls könnte mit Gleichstrombetrieb dann Gleichwertiges erreicht werden, wenn es gelingen würde, auch mit annähernd den gleichen Spannungen von 12- bis 15000 V zu arbeiten. Davon sei man aber noch weit entfernt. Auch Professor Dr. Wyssling stand auf dem Standpunkt, daß der Einphasen-Wechselstrom für die Verhältnisse der G. B., betriebssicher sei und sich in einer Reihe von Ausführungen durchweg so bewährt habe, daß nach dem sofort gebaut werden könne, ohne Fehlschläge zu wagen. Man wird sich auch später Vorwürfe, daß man übereilt gehandelt hätte, nicht machen müssen.

Dr. Tissot, der Gründer und Präsident der St. K. schloß sich der Auffassung Wysslings an. Technisch sei die Stromfrage entschieden, weshalb mit der Ausführung nicht länger gezögert werden dürfe.

Auf Grund der vorangeführten Äußerungen der hervorragendsten und einflußreichsten schweizerischen Fachmänner auf dem Gebiete des elektrischen Hauptbahnbetriebes war die Entscheidung für Einphasenstrom von 15000 V Fahrdrahtspannung für die G. B. nicht mehr von der Hand zu weisen. Demgemäß wurde am 12. I. 1916 folgender Beschluß der Generaldirektion der S. B. B. dem Verwaltungsrat vorgelegt:

1. Die in Angriff genommene Einführung der elektrischen Zugförderung auf der Gotthardlinie, Bahnstrecke Erstfeld—Bellinzona, ist mit Einphasenstrom auszuführen;
2. die Kraftwerke Amsteg und Ritom sind für die unmittelbare Erzeugung von Einphasen-Wechselstrom einzurichten.

Diese Entscheidung der Stromfrage hat der Verwaltungsrat der S. B. B. in der Sitzung vom 29. I. 1916 vorbehaltlos gebilligt und ihr am 17. und 18. Februar zugestimmt. Damit ist eine der wichtigsten Fragen des schweizerischen Eisenbahnwesens entschieden worden. Die umfangreiche Denkschrift der Generaldirektion vom 12. I. 1916 enthält über die Stromwahl einige recht bemerkenswerte Stellen, die, trotzdem sie schon teilweise in der „ETZ" 1916, S. 137, behandelt wurden, hier angegeben werden müssen:

[1]) Breisig, „ETZ" 1914, S. 671.

Digitized by Google

„Für die elektrische Zugförderung kommen in Betracht: der Drehstrom, der Einphasenstrom und der Gleichstrom.

Der Drehstrom ist aus den im Berichte der S. B. B. von 1913 erwähnten Gründen (Unmöglichkeit einer befriedigenden Regelung der Geschwindigkeit, zweipolige Fahrleitung) für die Elektrisierung der G. B. ungeeignet. Es wurde von einer weiteren Erörterung über diese Stromart Umgang genommen.

Der Einphasenstrom ist am Lötschberg zur Anwendung gelangt. Der Betrieb dieser Bahn hat sich so bewährt, daß diese Stromart ohne Vorbehalt zur Annahme empfohlen werden konnte. Die Entwicklung der mit der gleichen Stromart eingerichteten nordamerikanischen elektrischen Betriebe der New York-, New Haven- und Hartford-Bahn, der New-York-, Westchester- und Boston-Bahn, der Boston- und Maine-Bahn, ferner der rasche Erfolg der neuen Elektrisierungen der Pennsylvania- und der von dieser geleiteten Norfolk- und Western-Bahn sind geeignet, die Richtigkeit dieser Erklärung zu bestätigen. Die genannten Elektrisierungen haben Lösungen aller zugförderungstechnischen Aufgaben geliefert, die bei der G. B. vorkommen werden, Lokalverkehr mit Triebwagenzügen und schwerer Verschiebedienst eingeschlossen. Man kann die vom Einphasenstrom erwartete Anpassungsfähigkeit, im besonderen auch die Elastizität im Fahrdienst als genugsam erwiesen ansehen. Die zu Anfang der Betriebsaufnahme eingetretenen Störungen am Lötschberg müssen vorwiegend auf die erschwerenden Umstände zurückgeführt werden, unter denen der elektrische Betrieb bei dieser Bahn geschaffen werden mußte. Die schwierige Aufgabe, die größte bis dahin von einer Lokomotive geförderte Leistung in einem einzigen Triebfahrzeuge von vorgeschriebenem, beschränkten Gewicht und von vorgeschriebener beschränkter Länge unterzubringen, konnte kaum anders als durch nachträgliche Verbesserungen im Betriebe gelöst werden.

Auch die New York-, New Haven- und Hartford-Bahn hatte bis vor wenigen Jahren mit technischen Schwierigkeiten verschiedener Art zu kämpfen. Die Elektrisierung war ursprünglich dem Stande der Technik vorausgeeilt. Die seither gemachten Erfahrungen waren nichtsdestoweniger für die Pennsylvania-Bahn mitbestimmend. Trotz guter Erfahrungen, die diese Bahn mit drei Gleichstrombetrieben 600 V dritter Schiene gemacht hat, ist sie zum Einphasenstrom übergegangen, als sie die Leistungsfähigkeit ihrer Hauptstation in Philadelphia und der Strecke Vivian—Bluefield durch die Einführung elektrisches Zugförderung erhöhen mußte. Auch auf der französischen Südbahn kam nur Wechselstrom in Frage. In Preußen hat man mit Einphasenstrom gute Erfahrungen gemacht. Die ersten Betriebsstörungen auf der Wiesentalbahn treffen nur die elektrischen Lokomotiven und wurden zum größten Teil behoben. Die Erfahrungen der schwedischen Staatsbahnen mit dem elektrischen Betriebe der Strecke Kiruna—Riksgränsen sind so befriedigend, daß z. Zt. die weit längere Strecke Kiruna—Lulea für den elektrischen Betrieb mit Einphasen-Wechselstrom eingerichtet wird.

Damit ist einiger bestehenden Normalbahn-Einphasenbetriebe Erwähnung getan, die maßgebend sind, und der endgültigen Wahl dieser Stromart bei der Elektrisierung der Gotthardlinie steht nichts im Wege.

Für Gleichstrom ist bei schwerer Zugförderung mit größeren Geschwindigkeiten die Normalspannung von wenigstens 3000 V Voraussetzung. Dieser Spannung hat man sich auf schweizerischen Schmalspur- und Zahnradbahnen nach und nach genähert, und man ist bei 2000 V angelangt, ohne Erfahrungen zu machen, die von weiterer Erhöhung der Spannung abhalten würden. In Amerika hat die Entwicklung in der Richtung der Erhöhung der Normalspannung raschere und größere Fortschritte gemacht.

Die Butte-, Anaconda- und Pacific-Bahn im Staate Montana hat den elektrischen Betrieb auf einer 41 km langen Strecke mit zahlreichen Zweigstrecken mit der Normalspannung 2400 V eingeführt. Als Vorbild für die Elektrisierung der G. B. ist sie aber nicht maßgebend, weil die Einzelleistung der Lokomotiven verhältnismäßig klein ist; bei der geringen Fahrgeschwindigkeit treten auch die Schwierigkeiten der Abnahme großer Stromstärken nicht genügend zutage. Nach der gleichen Stromart und mit der gleichen Spannung elektrisiert die Canadian Northern-Bahn ihre Endstrecke mit längerem Tunnel.

Die Anwendung des Gleichstroms bei Triebwagen begegnet keinen nennenswerten Bedenken. Die Lancashire- und Yorkshire-Bahn in England betreibt seit etwa 2 Jahren eine kürzere Strecke mit Triebwagenzügen und Gleichstrom mit 3500 V Spannung. Neuere Einrichtungen anderer Strecken fanden mit Gleichstrom mit 1200 V und dritter Schiene statt. Dagegen hat die Michigan Railway Co., eine Überlandbahngesellschaft, vorwiegend mit Trieb- und Anhängewagen arbeitend, ausgedehnte Strecken für Betrieb mit Gleichstrom von 2400 V Spannung eingerichtet.

Die von den Befürwortern des Gleichstroms geltend gemachte starke Zunahme der Zahl der mit dieser Stromart bei hoher Spannung betriebenen Bahnlängen betrifft vorwiegend leichtere Zugförderung und fast ausnahmslos weit unter 3000 V liegende Spannungen. In Europa besteht noch kein solcher Betrieb.

Bei Beurteilung der Anwendbarkeit des Gleichstroms auf der Gotthardlinie ist man z. Zt. auf die Erfahrung der Chicago-, Milwaukee- und St. Paul-Bahn mit 3000 V angewiesen. Eine Erfahrungsgrundlage für den Gotthard liegt z. Zt. nicht vor. Gleichstromerzeuger von der in Betracht kommenden Spannung, Stromstärke und Belastungsart zugleich sind bis jetzt noch nicht ausgeführt worden. Gleichstrom kann für den Gotthard jetzt nicht gewählt werden, weil er in der zu verlangenden Ausführungsform nicht genügend fertig vorliegt und die Elektrisierung Erstfeld—Bellinzona angesichts ihrer Ausdehnung weder ein Versuch sein kann, noch sich zu einer versuchsartigen Teilausführung eignet.

Es ist aber zuzugeben, daß Gleichstrom mit hoher Spannung in nicht allzu ferner Zeit dem Einphasenstrom hinsichtlich Eignung nahekommen wird. Stünde letzterer nicht zu unserer Verfügung, so könnte sich ein Versuch mit Gleichstrom auf einer nicht zu langen Strecke empfehlen. Es läge darin kein Wagnis, das nicht zu verantworten wäre, aber die Elektrisierung am Gotthard müßte dann bis auf weiteres aufgeschoben werden.

Der Quecksilberdampf-Gleichrichter kann mit Dreiphasenstrom von der Periodenzahl 50 arbeiten. Die Bedeutung des Gleichrichters liegt darin, daß er sich voraussichtlich in nicht allzu ferner Zeit für schwere elektrische Zugförderung mit Gleichstrom technisch und wirtschaftlich eignen dürfte. In der Schweiz arbeiten zwei solche Gleichrichter von kleinerer Leistung und 600 V Spannung im Betriebe der Limmattal-Straßenbahn seit einiger Zeit befriedigend; sie haben die Möglichkeit der Ersparnisse an primärer Energie erwiesen. Die Gleichrichter können aber keinen Grund bilden, Einphasenstrom für die elektrische Zugförderung am Gotthard jetzt nicht zu wählen.

Betreffend Energieform und Periodenzahl ist noch folgendes zu erwähnen: Die beiden Bahnkraftwerke Amsteg und Ritom werden zunächst nur für den Kraftbedarf Erstfeld—Bellinzona eingerichtet und erst später gemäß der fortschreitenden Verwirklichung der ganzen Strecke Luzern—Chiasso ausgebaut. Dadurch wird ein Brachliegen vorhandener Einrichtungen vermieden. Wo aber trotzdem in den Bundesbahnwerken einmal überschüssige Energie vorhanden sein sollte, wird sich immer ein Weg finden lassen, diese Energie, trotz Verschiedenheit von Form nnd Periodenzahl, für industrielle Zwecke nutzbar zu machen."

Nachdem die Generaldirektion der S.B.B. sich grundsätzlich für Einphasen-Wechselstrom von 15 000 V Fahrdrahtspannung entschlossen hat, waren noch über die günstigste Periodenzahl Bedenken zu beseitigen. Es war zu entscheiden zwischen 15, $16^2/_3$, 25, 40 und 50 Per. Da Bahnbetriebe mit 15, $16^2/_3$ und 25 Perioden schon in vielen Ländern nachweisbar gut arbeiten, die anderen Periodenzahlen aber für Licht- und Kraftzwecke in der Schweiz sehr häufig verwendet werden, so mußte vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkte geprüft werden, welche Periodenzahl mehr Vorteile bietet. Die „Studienkommission" behandelte diese Frage, vom Standpunkt der Bahnmotoren, der gesamten Leitungsanlage und der Kraftwerkseinrichtungen, im einzelnen sehr eingehend. Ihrem Bericht ist zu entnehmen:

„Ein brauchbarer Bahnmotor muß, bei größter Betriebssicherheit und geringsten Instandhaltungskosten einen guten Wirkungsgrad aufweisen. Mit Rücksicht auf das Kraftwerk muß sein Leistungsfaktor befriedigend sein, und endlich muß in dem engen, in den Fahrzeugen verfügbaren Raum die größtmögliche Leistung untergebracht werden können. Für die Instandhaltung von Wechselstrommotoren kommen die Kommutatoren und die Kohlenbürsten als empfindliche und kostspielige Teile in Betracht. Bei allen Wechselstromkommutatoren entstanden anfangs Schwierigkeiten für die Kommutierung durch die vom Feld in den Ankerleitern infolge des Kurzschlusses mehrerer Lamellen auftretenden Kurzschlußströme. Da diese Ströme nutzbare Arbeit nicht leisten, sondern das Feld sogar schwächen, bewirken sie eine Verringerung des Wirkungsgrades und der Ausnutzbarkeit der Motoren. Die Lebensdauer des Kommutators und der Bürsten leidet durch die Funkenbildung. Kurzschlußspannungen lassen sich von einer bestimmten Umlaufgeschwindigkeit an unterdrücken, aber beim langsamlaufenden Motor können sie nicht ganz beseitigt, sondern nur gemildert werden. Die Funkenbildung wird um so schädlicher, je länger die Anlaufzeit des Motors dauert. Dies trifft bei Hauptbahnen mit Lokomotivbetrieb, wo also betriebsmäßig wenig Motoren große Massen beschleunigen müssen, zu. Die Kurzschlußspannung hängt eben von dem Produkt aus der Feldstärke und der Frequenz ab. Das Feld darf nicht zu sehr geschwächt werden, weshalb man die Frequenz herabsetzen muß. Unter gleichen Verhältnissen hat demnach ein Motor bei 15 Per nur 60% der Kurzschlußspannung als ein solcher bei 25 Per. Der Wirkungsgrad des Motors wird durch die Kurzschlußströme ungünstig beeinflußt, aber auch alle Wirbelstromverluste im Kupfer und im Eisen sind bei niedriger Frequenz geringer. Die Verbesserung des Wirkungsgrades ist bei 15 Per etwa 2 bis 3% größer als bei 25 Per. Der Leistungsfaktor bei kompensierten Motoren ist aber bei höherer Umlaufzahl besser, dagegen in der Anlaufzeit klein. Für die Anlaufzeit ergibt sich eine Verbesserung des Leistungsfaktors von 12%, für den Vollauf um 2 bis 3%, wenn 15 Per mit 25 verglichen werden. Bei gegebener Leistung sinken die Stromstärke und damit die Wärmeverluste im Motor mit abnehmender Periodenzahl. Diese Verbesserung des Wirkungsgrades und des Leistungsfaktors der Motoren durch die niedrigere Frequenz bedingen eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Motoren bei 15 Per um mindetsens 15 bis 20% gegenüber jener bei 25 Per.

Betreffend Leitungsanlage und Kraftwerk kann folgendes gesagt werden. Der scheinbare Widerstand (Impedanz) der Leitungsanlage (Fahrleitung und Schienen) ist die geometrische Summe des Ohmschen Widerstandes und der Reaktanz. Für die Fahrschienen ist zu berücksichtigen, daß der Wechselstrom nur einen gewissen, von der Frequenz abhängigen Querschnitt benutzt. Diese Oberflächenschicht ist etwa 4 mm für 15 Per und nur 3 mm für 25 Per. Die Reaktanz der Leitungsanlage wird bestimmt durch die Selbstinduktion der Fahrleitung und der Schienen an sich in ihrer gegenseitigen Induktion. Sie ist von der Frequenz abhängig. Durch die Impedanz wird der Spannungsabfall bestimmt, der ein gewisses Maß, mit Rücksicht auf die Einhaltung der Fahrzeiten, die Beleuchtung, Heizung und die elektromagnetischen Schalter nicht überschreiten darf. Durch geringere Reaktanz bei 15 Per wird auch der Leistungsfaktor der Leitungsanlage verbessert. Dieser Umstand bewirkt im Zusammenhang mit dem günstigeren $\cos\varphi$ der Motoren, daß der Leistungsfaktor der gesamten Anlage verbessert wird. Der bessere Gesamtleistungsfaktor und der kleinere Spannungsabfall bei niederer Frequenz wirken aber auch günstig auf die wirtschaftliche Größe und die vorteilhafte Regelung der Kraftwerkmaschinen. Zusammengefaßt ergeben sich folgende Vorteile bei niedrigerer Periodenzahl:

1. Kleinere Instandhaltungskosten der Motoren und größere Betriebssicherheit.
2. Besserer Wirkungsgrad und Leistungsfaktor sowohl der Motoren als der Stromverteilungsanlage.
3. Bessere Ausnutzung des für die Motoren verfügbaren Raumes.
4. Geringerer Leitungsverlust.
5. Bessere Ausnutzung und Regelung der Kraftwerksmaschinen.

Anderseits mußte der Nachteil in Rechnung gezogen werden, daß mit abnehmender Periodenzahl die Abmessungen und Gewichte der Transformatoren und Stromerzeuger wachsen und auch deren Erstehungskosten höher werden müssen. Im Hinblick auf die größere Anzahl der Betriebsmittel der G. B. konnten die Kosten der Stromerzeuger das Ergebnis nicht mehr erschütternd beeinflussen.

Vom allgemeinen Standpunkt aus mußte für die G. B. die Periodenzahl 15 gewählt werden, um später, bei Elektrisierung des Gesamtnetzes der Schweizer Bundesbahnen, den Übergang der Betriebsmittel auf den Gemeinschaftsbahnhof der Bad. St. B. (15 Per Einphasen-Wechselstrom) und der italieni-

Digitized by Google

schen Bahnen (50 Per Drehstrom) zu ermöglichen. Auch die Verwendung von Betriebsstrom für kleine Anschlußbahnen war bei 15 Per gewährleistet. Solche Nebenbahnen beziehen verschiedentlich den Strom aus Werken, die mit 40- und 50-per. Wechselstrom arbeiten, der aber von 50 auf $16^2/_3$ und von 40 auf $13^1/_3$ Per ohne nachträglichen Einfluß jeweilig umgeformt werden kann, und für die der Mittelwert 15 ohne Bedenken zur Anwendung kommen kann.

Die wirtschaftlichen Ergebnisse dieser Untersuchung sind aus nachstehender Tafel zu entnehmen.

Zahlentafel 1. Anlage und Betriebskosten für den elektrischen Betrieb der G. B.

Betriebsart	Anlagekosten der Stromverteilanlage in 1000 M	Stromverbrauch für den zukünftigen Fahrplan ab Kraftwerk Mill. kWh	Stromkosten einschließlich Zinsendienst, Unterhaltung und Erneuerungskosten am Fahrdraht bei 13 bis 1,6 Pf/kWh in 1000 M
Einphasenstrom 15 000 V 15 Per	1690	113,5	2024
Einphasenstrom 15 000 V 25 Per	1680	113,5	2020
Drehstrom 5000 V 16 Per	3772	122,0	2460
„ 5000 „ 50 „	4480	123,8	2544
Gleichstrom 3000 V. . . .	8584	141,5	4128

Außerdem mußte die Stromfrage auch noch von folgenden 3 Gesichtspunkten geprüft werden:

1. Welches ist der technisch und wirtschaftlich günstigste Abstand und die Anzahl der Fahrleitungs-Speisepunkte? Für die rechnerische Lösung wurde angenommen:

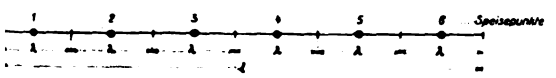


Abb. 5.

l = Länge der Bahn in km.
λ = Länge des Streckensbschnittes in km (Abb. 5).
Z = mechanische effektive Zugkraft der Fahrzeuge am Radumfang in kg/t.
E_e = Spannung am Speisepunkt in V.
J_e = Stromstärke (bei Gleichstrom und Wechselstrom unmittelbar in Amp., bei Drehstrom mal $\sqrt{3}$ anzugeben).
p = Verkehrsdichte.
N = Anzahl der Speisepunkte (in der Mitte jedes Streckenabschnittes gelegen).
P = Verkehr in 1 h als Durchschnitt aller Verkehrsstunden eines besonders bemerkbaren Tages in Gesamt-km.
η_e = Wirkungsgrad vom Speisepunkt bis Radumfang.
$\cos\varphi_e$ = Leistungsfaktor.
ε = Spannungsabfall in Fahr- und Rückleitung (einschl. etwaiger Verstärkungsleitungen) in V/km Bahn.
y = Spannungsabfall in % der Anfangsspannung.

Sie hat ergeben:

$$\lambda = \frac{E_e}{\sqrt{p}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{100}{2y} \cdot \frac{9.81 \cdot Z \cdot \varepsilon}{3.6 \cdot \eta_e \cos\varphi_e}}} = \frac{E_e}{\sqrt{p}} \cdot \frac{1}{C}.$$

Der Abkürzungsausdruck C darf für bestimmte Betriebsarten unter Voraussetzung einer bestimmten Größe von Z sowie einer bestimmten Leitungskupfermenge als eine Konstante betrachtet werden.

C ist für Gleichstrom $\sim 5{,}0$,
„ Einphasen- und Drehstrom $\sim 8{,}0$ bei 15 Per.

Die Ergebnisse dieser vereinfachten Berechnungsart haben sich in der nachstehenden Schauliniengruppe Abb. 6 recht gut darstellen lassen, da ja für jede Gleichstromspannung eine um $\frac{8{,}0}{5{,}0} = 1{,}6$ abweichende Wechsel- bzw. Drehstromspannung angenommen werden konnte.

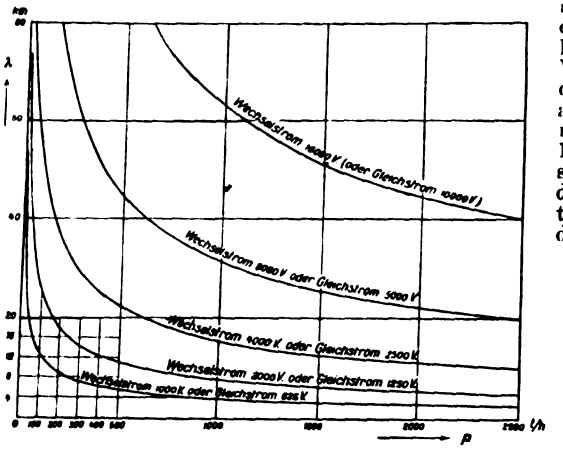


Abb. 6. Abstand der Fahrleitungs-Speisepunkte bei verschiedenen Verkehrsdichten und Fahrspannungen.

Mit Hilfe dieser Schaulinien war es auch sehr einfach, jeweilig festzustellen, welche Speisepunktentfernung der wirtschaftlichen Betriebsspannung, mit Bezug auf die Fahrzeuge, Stromerzeuger und Unterhaltungskosten, entspricht. Auch

2. Auch der Einfluß höherer Fahrspannungen auf Sicherheit und Anlagekosten wurde eingehend untersucht. Diese Untersuchung wurde in folgenden 3 Untergruppen ausgeführt:

a) Fahrspannung und deren Einfluß auf die Triebfahrzeuge,
b) Fahrspannung und deren Einfluß auf die Fahrleitung,
c) Fahrspannung im Zusammenhang mit den Speisepunktabständen.

Diese Untersuchungen wurden etwa mit folgenden Ergebnissen abgeschlossen:

Bei höheren Spannungen können Kommutatoren und Schaltapparate der Wechselstromfahrzeuge in Niederspannungs-Stromkreisen liegen. Bei 5000 V Gleichstrom, 8000 V Drehstrom und 16 000 V Einphasen-Wechselstrom weichen die Kosten der Fahrzeuge nicht so erheblich voneinander ab, daß die Gesamtwirtschaftlichkeit gefährdet werden könnte. Fahrleitungen können sowohl für Gleichstrom wie auch für Wechselstrom bis 16 000 V einpolig betriebssicher ausgeführt werden, während die zweipolige 8000 V-Drehstromleitung zu bedeutenden Schwierigkeiten an Kreuzungen und Weichen führt. Die Speisepunkte können bei Einphasen-Wechselstrom erheblich einfacher und sicherer ausgeführt werden als bei Drehstrom.

3. Der Energiepreis am Speisepunkt konnte schon, nach der technischen Entscheidung der Fragen 1, und 2 vom rein wirtschaftlichen Standpunkte bedandelt werden. Es wurde festgestellt, daß das Verhältnis $\frac{P_e}{P_a}$ = Eintrittsstrompreis am Speisepunkt zum Austrittsstrompreis am Speisepunkt bei den in Betracht kommenden Stromarten voneinander abweicht.

P_e für die kWh . .	1,85 Pf
P_a „ „ „ . .	2,1 „
Unterschied . .	0,25 Pf

bzw. 13,5% von P_e. Dieser Wert würde 1,5- bis 2-mal so hoch bei Gleichrichtern mit Transformatoren und 2,5- bis 3-mal so groß bei rotierenden Umformern mit Transformatoren, unter Voraussetznng gleicher Speisepunktanzahlen, werden. Da die Stromkosten bei der G. B. nur 24% der gesamten Zugförderungskosten betragen, so kann allerdings in wirtschaftlicher Beziehung eine erhebliche Verschiebung nicht eintreten, und es muß auch bei Entscheidung der Frage 3 die größere Einfachheit nnd Sicherheit des Betriebes für die Anwendung von Einphasen-Wechselstrom sprechen.

Zusammengefaßt wurde die ganze Fragengruppe der Strom- und Betriebsart wie folgt beantwortet und endgültig entschieden:

Der Bau und Betrieb der Kraftwerke und der Verteilungsanlagen wird bei Wechselstrom billiger als bei Gleichstrom. Fahrzeuge und Speisepunkte sind bei Hochspannungs-Wechselstrombahnen betriebssicherer als bei Gleichstrombahnen. Die Regelungsfähigkeit der Fahrzeuge ist bei Einphasen-Wechselstrom und Gleichstrom größer als bei Drehstrom und genügt den Anforderungen des Vollbahnbetriebes vollkommen. Die Fahrleitung kann bei Einphasen-Wechselstrom und Gleichstrom einpolig und deshalb billiger und sicherer als bei Drehstrom ausgeführt und betrieben werden. Demnach muß, selbst wenn in späterer Zeit wieder 10 000 V Gleichstrom vorgeschlagen werden sollte, trotzdem technisch und wirtschaftlich dem, in Wasserkraftwerken unmittelbar erzeugten, Einphasenstrom allen anderen Stromarten der Vorzug gegeben werden.

(Schluß folgt.)

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Die russischen Ostseekabel.

[The Electrician, Bd. 80, S. 777.]

Wie die „Times" zu berichten weiß, sieht der Vertrag zwischen der russischen und der finnischen Sovjet-Republik die Räumung Finnlands seitens der Petersburger Bolschewisten und die Übertragung alles staatlichen und sonstigen Eigentums in Finnland auf die finnischen Sovjets vor. Von dieser Übertragung sollen indes für einen Zeitraum von 40 Jahren die Kabel ausgenommen sein, die Petersburg über Finnland und Stockholm mit Newkastl verbinden, sowie das Kabel Petersburg—Murmanküste. Ebenso sollen die 3 Kabel von Nystadt nach Schweden, welche über die Alandsinseln geführt sind und unter die der Great Northern Telegraph Co. s. Zt. erteilten Ermächtigung fallen, von der Übertragung auf die finnische Regierung für den angegebenen Zeitraum ausgeschlossen sein. Bis zum Ablauf dieser Zeit sind die Kabel als exterritorial zu betrachten.

Kz.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Über Gleichstrommaschinen mit Sengelschem Spannungsteiler.

[Elektrotechn. u. Maschinenb., Bd. 35, S. 90.]

H. Lorenz gibt Formeln zur Berechnung der Stromverteilung und des Spannungsabfalls von mit Sengelschem Spannungsteiler[1]) versehenen Gleichstrom-Dreileitermaschinen bei ungleicher Belastung der beiden Netzhälften an. An die um 120° abstehenden Punkte *I, II, III* der Ankerwicklung (Abb. 1) ist über drei

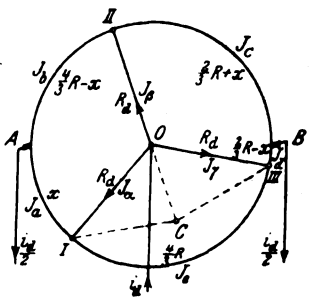


Abb. 1.

Schleifringe der Spannungsteiler angeschlossen, mit dessen Kernpunkt der Mittelleiter des Dreileiternetzes verbunden ist. Die Ströme und Widerstände in den einzelnen Abschnitten der Ankerwicklung sowie in den drei Phasen des Spannungsteilers sind für einen bestimmten Augenblick in der Abbildung eingetragen; der Strom im Mittelleiter bei ungleicher Belastung fließt je zur Hälfte von den beiden Bürsten A und B aus der Maschine heraus. Der zwischen den Bürsten meßbare Ankerwiderstand sei mit R bezeichnet. Zur Berechnung der Stromverteilung im Anker wird die bei Berechnung von Leitungsnetzen übliche „schrittweise Vereinfachung" und „widerstandsfreie Umgestal-

[1]) „ETZ" 1898, S. 544.

Digitized by Google

tung" angewendet[1]). Die Rechnung ergibt für die jeweiligen Ströme im Anker und im Spannungsteiler folgende Werte:

$$J_a = \frac{i_d}{4R} \cdot \frac{1}{M} \cdot [(4R - 3x)(3R_d + 2R) + 3R_d R],$$

$$J_b = \frac{3}{4} \frac{i_d}{R} \cdot \frac{1}{M} \cdot [x(3R_d + 2R) + R_d R],$$

$$J_c = \frac{i_d}{4R} \cdot \frac{1}{M} \cdot [3R_d(3R - 3x) + 2R(2R - 3x),$$

$$J_d = \frac{i_d}{4R} \cdot \frac{1}{M} \cdot [(2R + 3x)(3R_d + 2R) + 3R_d R),$$

$$J_e = \frac{i_d}{4R} \cdot \frac{1}{M} \cdot 3R_d(R - 3x),$$

$$J_\alpha = \frac{i_d}{2} \cdot \frac{1}{M} \cdot (6R_d + 4R - 3x),$$

$$J_\beta = i_d \cdot \frac{1}{M} \cdot (R + 3R_d),$$

$$J_\gamma = \frac{i_d}{2} \cdot \frac{1}{M} \cdot (6R_d + 2R + 3x).$$

Hierbei ist $M = 9R_d + 4R$. In allen diesen Ausdrücken ist als einzige Veränderliche der Widerstand x zwischen der Ankerbürste A und dem Anschlußpunkt I enthalten, dessen Wert zwischen Null und $^2/_3 R$ schwankt. Für $x = 0$ hat J_α den größten Wert $J_{\alpha\,max.} = i_d \cdot \frac{1}{M}(3R_d + 2R)$, für $x = ^2/_3$ den kleinsten $J_{\alpha\,min.} = i_d \cdot \frac{1}{M}(3R_d + R)$. Zwischen den gleichen Grenzen schwankt im Bereich $x = 0$ und $x = ^2/_3 R$ der Strom J_γ, während J_β konstant bleibt. Bewegt sich der Anschlußpunkt I um 180°, so ist der zeitliche Mittelwert des Stromes in einer Phase des Spannungsteilers $= \frac{i_d}{3}$. Die mittlere Spannungsdifferenz zwischen beiden Netzhälften wird berechnet mit

$$E_\Delta = \frac{i_d}{8} \cdot \frac{1}{M} \cdot (108R_d^2 + 87R_d R + 16R^2).$$

Die schwankenden Werte der stets gleichgerichteten Phasenströme bringen in den drei Kernen des Spannungsteilers starke magnetische Felder hervor, die sich den pulsierenden Wechselfeldern überlagern. Diese unsymmetrische Belastung des Eisens kann man durch die bekannte Zickzackschaltung vermeiden, also indem man die Wicklung jeder Phase des Spannungsteilers halbiert und die beiden Teile auf verschiedenen Kernen aufbringt und so schaltet, daß sich die pulsierenden Amperewindungen möglichst aufheben. Die beiden Wicklungshälften werden entweder konzentrisch aufeinander gelegt oder bei Scheibenspulenwicklung die einzelnen Spulen untereinander gemischt. Oszillographische Aufnahmen im Versuchsraum der Gesellschaft für elektrische Industrie in Weiz (Steiermark) an einer Dreileitermaschine zeigen den Verlauf des Ankerstromes und des Stromes im Spannungsteiler.

Endlich wird noch die Rechnung für eine Dreileitermaschine durchgeführt, bei der die Lamellenzahl nicht durch 3 teilbar ist[2]). Wenn man z. B. bei 121 Lamellen die Schleifringe nach 40,40 und 41 Lamellen anschließt und das Verhältnis $41/121 \cdot 360 = 2\alpha$ setzt, so ergibt sich für das Verhältnis der drei Wicklungen des Spannungsteilers, die ebenfalls in Zickzackschaltung aufzubringen sind:

$$\frac{w_I}{w_{II}} = 2\cos\alpha \quad \text{und} \quad \frac{w_{III}}{w_{II}} = 2\sin(\alpha - 30).$$

Ght.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein neuer Oszillograph.

Der von C. Heintze, Berlin, konstruierte Oszillograph zeichnet sich durch einfache Bauart und leichte Bedienbarkeit aus. Während bei den üblichen Oszillographen für die Inbetriebsetzung und die Aufnahme des Lichtbildes eine Reihe von Handgriffen erforderlich sind, von denen leicht einer vergessen werden kann, genügt bei dem neuen Apparat hierfür das Umlegen eines Kontrollers.

Der Apparat ist nur für Momentaufnahmen eingerichtet worden, die ja praktisch am häufigsten vorkommen, wie z. B. die Aufnahmen von Wechselstromkurven. Der Feldmagnet mit dem System weist keine Besonderheiten auf. Als Lichtquelle dient eine gasgefüllte Metalldrahtlampe für niedrige Spannung mit stabförmigem Glühkörper. Die Lampe b (vgl. die Abb. 2) wird von dem Transformator a über den Widerstand c gespeist und brennt so bei normaler Spannung. Lampentransformator a, System e und Feldmagnet f werden durch Umlegen des Kontrollers d nach der einen Seite (Verbindung: l mit m, n mit o, p mit q) gleichzeitig an die betreffenden Spannungen geschaltet. Mit dem Kontroller mechanisch gekuppelt ist die Lagerung eines drehbaren dreiseitigen Prismas aus Spiegeln, das beim Einschalten in den Strahlengang gehoben wird und den Strahl nach oben auf eine horizontale Mattscheibe im Deckel des Apparates ablenkt. Versetzt man mit der Hand das Prisma in Drehungen, so erblickt man auf der Mattscheibe die Wechselstromkurve.

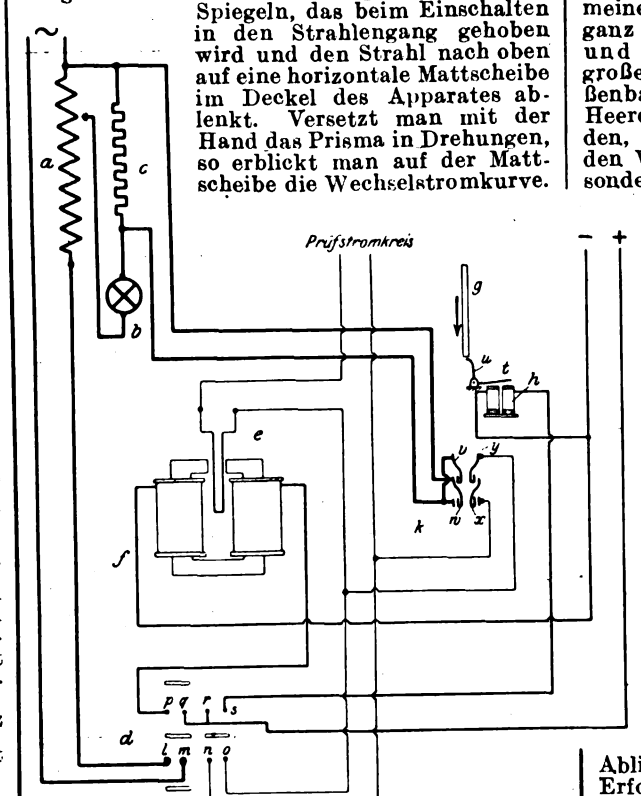


Abb. 2. Schaltbild des Oszillographen.

Das Lichtbild wird aufgenommen mit der Fallkassette g; der Magnet h löst die Fallbewegung aus, wenn der Kontroller d nach der anderen Seite umgelegt wird, gleichzeitig werden dabei wieder Lampentransformator und Feldmagnet angeschlossen (Verbindung: l mit m, q, r mit p, s). Selbsttätig versinkt das Spiegelprisma ganz aus dem Strahlengang. Beim Fallen schließt die Kassette g die parallel geschalteten Kontakte v und w, der Vorschaltwiderstand c wird dadurch kurzgeschlossen, die kurzzeitig überlastete Lampe leuchtet sehr hell auf; ferner schaltet die Kassette mit den in Reihe liegenden Kontakten y und x das System ein und aus und fällt schließlich in einen lichtdichten Sack. Die Anordnung der Kontakte ist so gewählt, daß das Aufhellen der Lampe früher beginnt bzw. später endet, als die lichtempfindliche Schicht der Platte oder des Papiers in den Strahlengang ein- bzw. austritt; das System hingegen wird später ein- und früher ausgeschaltet, so daß am Anfang und am Ende der Kurve je ein kurzes Stück Nullinie aufgenommen wird. Es erübrigt sich also eine besondere Aufnahme der Nullinie.

Die Lichtbilder waren, wie wir feststellen konnten, gut belichtet, die Kurven schienen nicht durch ungleichförmige Bewegung der Fallkassette verzerrt; letztere wird durch zwei gespannte Federn nach unten geschnellt.

Beim Loslassen des Kontrollergriffes wird durch eine Feder der Kontroller in die Ruhelage zurückgeführt und damit die ganze Anordnung stromlos gemacht. Es kann also nicht vorkommen, daß z. B. der Feldmagnet dauernd eingeschaltet bleibt und durch Erwärmung das Dämpferöl aus dem System treibt. Ebenso wird die Lampe sehr geschont; die kurzzeitigen Überlastungen verträgt sie ohne Schwierigkeiten. Der Ersatz der Bogenlampe durch die Metalldrahtlampe ist eine große Annehmlichkeit, das Erneuern der Kohlen, das Einfallen der günstigsten Lage des Lichtkraters und die Hitzeentwicklung fallen fort.

Es wäre erfreulich, wenn dieser einfache und leicht zu handhabende Apparat zu einem mäßigen Preise in den Handel käme, damit auch kleinere Laboratorien und Schulen sich einen Oszillographen anschaffen könnten.

Schg.

Bahnen und Fahrzeuge.

Das Sparmetall der Straßen- und Kleinbahnen.[1])

Der große Bedarf an Sparmetallen seitens der Heeresverwaltung hat das Kriegsministerium veranlaßt, die verschiedenen Gebrauchsgegenstände sowie die Bestände privater und öffentlicher Unternehmungen immer schärfer zur Abgabe heranzuziehen. Zu diesem Zwecke wurde die neue Verfügung Nr. M. 8. 1. 18 KRA erlassen, die am 26. März d. J. in Wirksamkeit getreten ist.

Es dürfte nunmehr gelegentlich der Verschärfung der Abgabebestimmungen von allgemeinem Interesse sein, darauf hinzuweisen, daß ganz besonders von seiten der Straßenbahn- und Kleinbahnunternehmungen bereits große Mengen von Sparmetallen aus den Straßenbahnwagen sowie der Oberleitung der Heeresverwaltung zur Verfügung gestellt wurden, was um so beachtenswerter ist, als die in den Wagen vorhandenen Beschlagteile, besonders die dem Auge leicht sichtbaren Teile, einen verhältnismäßig nur geringen Wert besitzen. Meistens handelt es sich auch z. B. bei Griffen oder Haltestangen nur um Eisenteile, die mit einem Messingblech überzogen sind und die für die Freimachung von Sparmetallen daher nicht in Betracht kommen.

Reicher ist die Ausbeute bei den Leitungen. Die zur Überprüfung des Bedarfes an Sparmetallen für Straßen- und Kleinbahnen vom Kriegsministerium besonders beauftragte Metallverteilungsstelle Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Unternehmungen hat darauf hingewirkt, daß für die von den Bahnen zur Aufrechterhaltung ihres Betriebes angeforderten Mengen an Kupfer und Kupferlegierungen zum mindesten die gleichen Metallmengen in Form von Altmaterial oder ausgebauten Teilen zurückgeliefert werden. Im Benehmen mit der Metallmobilmachungsstelle hat sie den Ausbau von Kupfer aus den Leitungsnetzen veranlaßt.

Eine von der erwähnten Stelle ergangene Aufforderung zur freiwilligen Ablieferung weiterer Metallgegenstände hat den Erfolg gehabt, daß Sparmetall der Kriegsmetall-A. G. zum Ankauf zu besonders billigen Preisen angeboten wurde. Dieses Ergebnis erscheint um so beachtenswerter, als der Ausbau dieser Teile stets ohne Störung des Betriebes mit häufig ganz ungeübter Mannschaft vor sich gehen mußte.

Außerordentlich groß war auch die Schwierigkeit der Beschaffung geeigneter Ersatzstoffe. In besonders anerkennenswerter Weise waren die Betriebe bemüht, trotz der ihnen oft entstehenden, nicht unerheblichen Unkosten die verschiedensten Ersatzstoffe mit größerem und geringerem Erfolge auszuprobieren. U. a. seien die vielen Versuche mit den Ersatzschleifstücken für die Stromabnehmer aus Zink, Kohle, Elektrometall u. a. erwähnt, ebenso die Versuche mit den Kontaktrollen aus Gußeisen und Leichtmetall, die nur zum geringen Teile von wirklichem Erfolge begleitet waren. Auch die Notwendigkeit, Zinn zu sparen, bereitete den Betrieben bei der Frage der Beschaffung geeigneter Ersatzmetalle für die Lager, die im Bahnbetriebe infolge der starken Stöße besonders ungünstig beansprucht werden, arge Schwierigkeiten. Die Folgen der Verwendung minderwertiger Lagermetalle zeigten sich dann des öfteren im rascheren Auslaufen der Lager und in den von den Betrieben so sehr gefürchteten Kernschliffen der Anker. In großen Mengen wurden auch kupferne Oberleitungen durch eiserne Fahrleitungen ersetzt, trotzdem durch die hierdurch bedingte Erhöhung des Spannungsabfalles oft die Wirtschaftlichkeit der Anlage herabgesetzt wurde.

Zur Zeit sind die Straßen- und Kleinbahnbetriebe gemeinsam mit der Metallverteilungsstelle bemüht, weitere Mittel und Wege zu finden, um der Heeresverwaltung noch entbehrliche und ersetzbare Teile zur Verfügung zu stellen; so ist damit zu rechnen, daß nunmehr auch die im Innern des Wagens befindlichen, den Fahrgästen mehr sichtbaren, jedoch weniger inhaltsreichen Teile zum Ausbau gelangen werden.

Gbs.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Siegfried-Klemme.

Unter dem Namen „Siegfried-Klemme" bringt die Stotz & Cie. Elektrizitäts-Gesellschaft, Mannheim-Neckerau, eine Klemme auf den Markt, welche sich neben der Verwendung als Abzweigklemme für Freileitungen auch zur Verbindung von Blitzableiterleitungen bewährt hat (Abb. 3). Sie packt die Leitungen allseitig preßt Haupt- und Abzweigleitung zu unmittelbarem Kontakt zusammen und verursacht, da in der Klemme selbst kein Übergangswiderstand besteht, einen nur ganz geringen Spannungsverlust. Die Klemme kann auch zur Verbin-

[1]) Rziha und Seidener, „Starkstromtechnik 2. Aufl., S. 796.

[2]) M. Vidmar, „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1911, S. 1004.

[1]) Vgl. „ETZ", 1916, S. 298.

Digitized by Google

dung ungleicher Querschnitte verwendet werden; bei großer Zugwirkung und hohen Stromstärken werden in Leitungsverbindungen

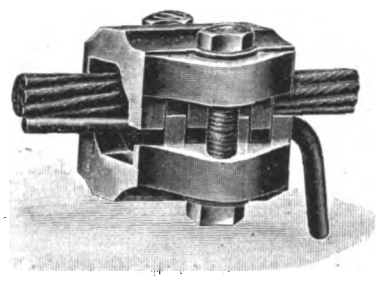


Abb. 3. Siegfried-Klemme.

zweckmäßig 2 Klemmen hintereinander gesetzt. Bei Abzweigungen ist die in Abb. 4 dargestellte Anordnung praktisch. Die Klemme, deren Gewicht im Vergleich zu anderen ge-

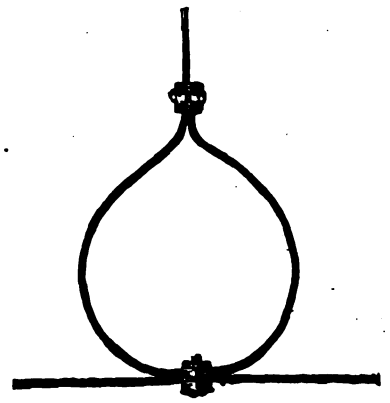


Abb. 4. Abzweigung mit Siegfried-Klemme.

bräuchlichen Klemmen gering ist, wird in 3 verschiedenen Größen für alle normalen Verhältnisse passend, u. zw. für 2×25, 2×50 und 3×50 mm² Querschnitt geliefert. -z.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Preisänderungen in bestehenden Elektrizitätslieferungsverträgen.

Zahlreiche Elektrizitätswerke haben ihre in den Konzessionsverträgen festgesetzten Strompreise im Hinblick auf die beträchtliche Erhöhung der Betriebsmaterialien und Löhne heraufgesetzt.

Andere Werke stehen noch hierwegen in Verhandlung. Hinsichtlich der nach der gegenwärtigen Rechtsprechung hierbei in Betracht kommenden Rechtslage dürften folgende Rechtsgrundsätze maßgebend sein:

1. Ein allgemeiner Rechtssatz, daß infolge der veränderten Verhältnisse in bestehenden Verträgen die Preise geändert werden könnten, ist im deutschen Rechte und der Rechtsprechung des Reichsgerichts nicht anerkannt.

2. Eine Ausnahme von diesem Grundsatz nach Ziffer 1 bildet der § 37 des Kohlensteuergesetzes. Diese Gesetzesbestimmung berechtigt den Lieferer, die durch die Kohlensteuer verursachte Erhöhung der Herstellungs-, Betriebs- oder Bezugskosten durch Preisaufschlag ohne weiteres dem Abnehmer aufzuerlegen.

3. Bei Verträgen, die während des Krieges abgeschlossen sind, hat jeder Kontrahent die sich für ihn aus den durch den Krieg geschaffenen wirtschaftlichen Verhältnissen ergebenden Risiken, namentlich Preisrisiken, selbst zu tragen.

Diese Verpflichtung endet dann, wenn durch die veränderten Verhältnisse die Lieferung ihm objektiv und absolut unmöglich gemacht wird.

4. Objektive und absolute Unmöglichkeit der Lieferung durch die geänderten Verhältnisse, welche in Ziffer 3 hervorgehoben ist, liegt dann vor, wenn die durch den Krieg nach dem Vertragsabschluß notwendig gewordene Verschiebung der Leistung trotz des grundsätzlichen Kriegsrisikos des Kontrahenten das Wesen der Leistung in einem Maße geändert hat, daß die nachträgliche Leistung nicht mehr als eine sinngemäße Erfüllung des ursprünglichen Vertrages gelten kann.

5. Bei den noch aus der Zeit vor dem Kriege herrührenden Verträgen finden die Grundsätze nach Ziffer 3 und 4 Anwendung mit folgendem Zusatz:

Bei Friedensverträgen hat der Vertragschließende nicht mit dem Kriegsrisiko zu rechnen gehabt. Die Übernahme der Last des Kriegsrisikos kann daher keinem der Vertragschließenden jetzt noch bei Friedensverträgen angesonnen werden. Es dürfte vielmehr hier die in Ziffer 4 erörterte in jedem Einzelfall zu prüfende Erfüllungsunmöglichkeit wohl stets zu bejahen sein. Dr. O. Cantor.

Firmen als Vereinsmitglieder.

Die Frage, ob eine Firma einer einzelnen Person, einer offenen Handelsgesellschaft, einer Kommanditgesellschaft, nach § 17 H.G.B. nur deren Name, als solche Vereinsmitglied werden kann, hat das Reichsgericht in einer Entscheidung vom 14. II. 1918 verneint. Dabei hat es ausdrücklich unerörtert gelassen, wie es sich verhält, wenn die Firma der Name einer juristischen Person ist (Aktiengesellschaft, G. m. b. H., Genossenschaft usw.).

Aus dieser Entscheidung und ihrer Begründung zieht Justizrat Sluzewski, Berlin, in der „Vossischen Ztg." vom 2. V. 1918 sehr beachtenswerte praktische Rechtsfolgerungen. Er empfiehlt, in die Vereinssatzungen Bestimmungen aufzunehmen, welche entsprechend seinen Vorschlägen etwa wie folgt zu formulieren sein dürften:

1. Jede Firma, die dem in der Vereinssatzung bestimmten Geschäftszweig angehört, kann Vereinsmitglied werden.
2. Bei einem Verkauf des Geschäfts oder bei Aufnahme neuer Gesellschafter hat der bisherige Träger der Firma bei Vermeidung von Zuwiderhandlungsstrafe und Schadenersatz dafür einzustehen, daß der Geschäftserwerber bzw. die veränderte Handelsgesellschaft mit allen Rechten und Pflichten dem Verein auf die Dauer der Verpflichtung des bisherigen Vereinsmitgliedes als Mitglied beizutreten hat.

Hinsichtlich Tragweite dieser Rechtsfrage verweist Justizrat Sluzewski mit Recht auf den von dem Reichsgericht entschiedenen Fall: Dem Geschäftserwerber einer Einzelfirma war die Aufnahme in einen Verein verweigert worden. Dadurch wurde ihm der Warenbezug bei den Kartellverbänden unterbunden.

Dr. Cantor.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Auszeichnungen. Die Technische Hochschule in München hat dem preußischen Geheimen Baurat und Generaldirektor der Bergmann Elektrizitäts A. G. in Berlin, Siegfried Bergmann, als „dem erfolgreichen Elektrotechniker und weitblickenden Organisator" die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber verliehen.

Hochschulnachrichten. Der ord. Honorarprofessor und Dozent für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule zu Darmstadt, Dr.-Ing. W. Petersen, ist zum ordentlichen Professor für Elektrotechnik an der gleichen Hochschule als Nachfolger von Prof. Kittler berufen worden.

Dr. F. Grünbaum, Physiker in einer Versuchsabteilung des Blockwerkes der Siemens & Halske A. G., ist nach längerer Krankheit am 22. Juni im 39. Lebensjahre verstorben.

Heinrich Oellers †. Am 16. Juni ist in Königswinter a. Rh. der Oberingenieur Heinrich Oellers an einer Lungenentzündung plötzlich verschieden. Der Verstorbene war ehemaliger technischer Direktor des Elektrizitätsverbandes Gröba, war dann bei der Metallmobilmachungsstelle des Kriegsministeriums tätig und seit Oktober 1916 als Oberingenieur für Überlandzentralen bei der Eisenbahnbaugesellschaft Becker & Co., G. m. b. H., Berlin, beschäftigt.

Pauli, Direktor des städtischen Elektrizitätswerkes und der Straßenbahn von Schleswig ist zum Direktor des Elektrizitätswerks Stralsund berufen worden.

A. Raps. Am 1. Juli beging Prof. Dr. Dr.-Ing. h. c. A. Raps, Direktor der Siemens & Halske A. G., Berlin, sein 25jähriges Jubiläum als Angehöriger der Firma. Er übernahm im Jahre 1896 die Leitung der Schwachstromabteilung des „Berliner Werkes" und steht heute an der Spitze des ganzen „Wernerwerks". Der Personalbestand dieses Werkes hat sich in dieser Zeit von 1400 auf 16 000 erhöht.

W. Schulze. Durch Verfügung des Kriegsministeriums ist Herr W. Schulze zum Leiter der unter Zwangsverwaltung stehenden, belgischen Elektrizitätswerke mit dem Sitze in Brüssel ernannt worden.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Reinigung von Kühlwasser für Oberflächen-Kondensationsanlagen.

In dem Bericht auf S. 203 der „ETZ" 1918 wird eine Angelegenheit zur Sprache gebracht, welche für viele Betriebsleiter von Kraftanlagen von erheblichem Interesse sein wird. Der Aufsatz könnte den Eindruck hervorbringen, als ob selbst bei stark gipshaltigem Zusatzwasser eine Reinigung nur mit Ätzkalk genüge, um die Steinbildung in den Kondensatorrohren zu vermeiden. Dieser Auffassung kann ich mich nicht anschließen, es sei denn, daß der Verfasser des Aufsatzes begründet, weshalb bei einer Temperatur von unter 80° sich Gips in den Kondensatorrohren nicht ausscheiden soll, während er eine Ausscheidung von Gips in der Rückkühlanlage für möglich und für das Kühlwerk selbst auf die Dauer für gefährlich hält. Die Ausscheidung von Gips ist nur eine Frage der Löslichkeit, und da Gips im Wasser nur in geringen Mengen u. zw. bis zu etwa 2,2 g/l löslich ist, muß auch bei Verwendung wenig gipshaltigen Wassers eine Gipsausscheidung im Kühler sowie auch in den Kondensatorrohren in verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgen. Um sich eine Vorstellung von der geringen Löslichkeit des Gipses in Wasser zu machen, sei das in dem Artikel erwähnte Wasser von der allerdings außerordentlich hohen Gipshärte von 137,5° betrachtet. Dieser Gipshärte entspricht ein Gipsgehalt des Wassers von 1,87 g/l; es kommt damit schon verhältnismäßig nahe an die Sättigungsgrenze heran.

Es geht daraus ohne weiteres hervor, daß bei der heftigen Wasserverdunstung im Kühlwerk schon nach einigen Betriebsstunden die Sättigungsgrenze erreicht wird und die Ausscheidung des Gipses beginnen muß. Der Gips fällt in kristallinischer Form aus, und dies hat zur Folge, daß sich die einzelnen Teilchen, besonders in Gemeinschaft mit dem fast stets vorhandenen amorphen kohlensauren Kalk bezw. Magnesia zu festem Kesselstein verbinden. Es ist nicht einzusehen, weshalb dieser Vorgang nur im Kühlturm und nicht in den Kondensatorrohren stattfinden soll, im Gegenteil lehrt die Erfahrung, daß bei nicht chemisch aufbereitetem Wasser, je nach der Härte desselben in kürzeren oder längeren Zeitabschnitten eine Kondensatorreinigung unbedingt erforderlich wird.

Die Angabe über die im Kühlturm verdunstende Wassermenge ist ungenau. Bezieht sich dieselbe auf die im Kühlturm bzw. dem darunter befindlichen Behälter vorhandene Wassermenge, so ist sie ganz von dem größeren oder kleineren Volumen des Kühlerbehälters abhängig, bezieht sie sich dagegen auf die im Kreislauf befindliche Wassermenge, also die Leistung der Kühlwasserpumpe, so ist sie direkt falsch. Viel richtiger ist es, die Verdunstungsmenge ins Verhältnis zu der durch den Turm niedergeschlagenen Dampfmenge zu setzen, da der Turm deren Wärmeinhalt vernichten muß. Die verdunstende Wassermenge richtet sich natürlich nach Wasser- und Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit, und man kann als Mittelwert annehmen, daß etwa 80% der niedergeschlagenen Dampfmenge verdunsten.

Wird das Zusatzwasser außer mit Kalk noch mit Soda gereinigt, so erhöhen sich die Reinigungskosten nicht unerheblich, außerdem tritt folgender Nachteil auf, der in Kauf genommen werden muß. Die Umsetzung durch die Soda erfolgt nach der Formel:

$$Ca\,SO_4 + Na_2\,CO_3 = C\,Ca\,CO_3 + Na_2\,SO_4.$$

Der kohlensaure Kalk ($Ca\,CO_3$) scheidet sich im Wasserreinigungsfilter ab, das schwefelsaure Natron ($Na_2\,SO_4$), auch Glaubersalz genannt, gelangt in den Kühler. Da das Glaubersalz im Wasser in großen Mengen löslich ist, stört es den Kühlprozeß nicht und ist ein Erneuern des Kühlerwassers nur von Zeit zu Zeit erforderlich. Reichert sich das Glaubersalz im Kühler zu stark an, so wird dasselbe durch den Kühlerbrüden mitgerissen und lagert sich in nächster Umgebung auf den Dächern usw. ab, durch eine regelmäßige Kontrolle des spezifischen Gewichtes des Kühlwassers mittels Senkspindel hat man es jedoch in der Hand, diesen Mißstand zu vermeiden. Bezüglich der säurefesten Auskleidung der Betonfilter sei bemerkt, daß die Reaktion mit Kalk sowie auch mit Soda schwach alkalisch verläuft und kein Grund vorliegt, eine säurefeste Auskleidung vorzusehen.

Digitized by Google

Bei dieser Gelegenheit möchte ich erwähnen, daß der bei der Azetylendarstellung in großen Schweißanlagen und in einigen großen chemischen Fabriken entfallende Kalk sehr gut für Wasserreinigungszwecke verwendet werden kann. Für diesen Kalk gibt es bis jetzt noch kein ausreichendes Verwendungsgebiet, und reichert sich derselbe auf den Erzeugungsstellen an. Bei der heutigen Materialknappheit ist den Besitzern großer Wasserreinigungsanlagen zu empfehlen, diesem Gebiete ihr Interesse zuzuwenden.

Ich hoffe, daß durch meine Ausführung eine Aussprache herbeigeführt wird.

Bitterfeld, 27. V. 1918.

Alfred Rückert.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Schoopsche Metallspritzverfahren, seine Entwicklung und Anwendung, nebst einem Überblick über seine Stellung zu den übrigen Metallisierungsmethoden und einem Abriß seiner Patentgeschichte. Von H. Günther und M. U. Schoop. Mit 130 Abb. 266 S. in 8°. Franckhsche Verlagshandlung. Stuttgart 1917. Preis geb. 9 M.

Die vorliegende Werbeschrift für das Schoopsche Verfahren bringt ausführliche Angaben über die Vorgeschichte, die Ausbildung, die Anwendungen und Anwendungsmöglichkeiten dieses Verfahrens, bei welchem ein aus der Mündung der „Spritzpistole" austretender Draht, z. B. von Aluminium, durch eine Knallgasflamme geschmolzen und das geschmolzene Metall durch Druckluft feinverteilt auf die zu metallisierende Fläche geschleudert wird. Vorausgesetzt, daß diese Fläche sorgfältig gereinigt und nicht zu glatt ist, erhält man auf diese Weise einen gut haftenden dichten Metallüberzug. So werden z. B. die hölzernen Schraubenflügel von Flugzeugen mit einer glatten Metallhaut überzogen, um sie vor Feuchtigkeit zu schützen und die Reibung an der Luft zu vermindern. Fertig zusammengebaute Eisenkonstruktionen lassen sich mit Zink überziehen, eiserne Kessel verbleien, eiserne Bierfässer mit Aluminium auskleiden usw. Freilich ist das Verfahren nicht ganz billig und erfordert, wenn der Niederschlag hohen Ansprüchen an Haltbarkeit genügen soll, einen geübten Arbeiter.

Für die Elektrotechnik werden Heizwiderstände aus gespritzten Metallbändern empfohlen, ferner das Metallisieren von Kontakten. Indem man bei den Schienenstößen elektrischer Bahnen die Schienenenden und die eisernen Laschen verzinkt, macht man besondere Kupferseilverbindungen entbehrlich.

Die weiteste Anwendung bietet sich im Kunstgewerbe. Glas, Marmor, Gips, Gußeisen, Pappe, alles mögliche kann mit den verschiedensten Metallen bekleidet werden.

Neben den älteren Verfahren, Metallüberzüge herzustellen, hat sich das Schoopsche Spritzverfahren bereits seinen Platz erobert. Mit Recht betonen die Verfasser, daß jedes Verfahren seine besonderen Vorzüge hat. Erst nach einer Reihe von Jahren werden sich über die Bewährung der gespritzten Überzüge unter den mannigfachen Bedingungen der Praxis endgültige Urteile fällen lassen. Mit seinen vielen guten Bildern und seiner geläufigen Darstellung bietet das Buch dem Leser, welcher näheres über das Schoopsche Verfahren wissen will, schätzenswerte Unterlagen.

K. Arndt.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. Von Prof. Dr. G. Klingenberg. Mit 16 Abb. 60 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 2,40 M.

[Das Buch stellt einen Sonderabdruck des von Prof. G. Klingenberg in der 58. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure am 24. XI. 1917 gehaltenen Vortrages dar und ist von uns schon durch einen längeren Auszug („ETZ" 1918, S. 176) zur Kenntnis unserer Leser gebracht worden. Die nunmehrige Buchausgabe wird es vielen Lesern dieses Berichtes ermöglichen, sich die Quellenschrift zum eingehenderen Studium anzuschaffen.]

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Überlandzentrale Stolp A.G., Stolp i. P.[1]) Nach dem Bericht über das 3. Geschäftsjahr 1916/17 waren angeschlossen 48 345 Glühlampen (39 781 i. V.) und 12 665 PS Motoren (11 717 i. V.). Das Glambockwerk erzeugte 4,807 Mill. kWh (3,138 i. V.); von anderen Werken wurden bezogen 0,139 Mill. kWh (0,026 i. V.). Die Stromabgabe hat um rd 70% zugenommen, die nutzbare Abgabe betrug 3,847 Mill. kWh (2,228 i. V.). Die Einnahmen stellten sich auf 0,532 Mill. M (0,465 i. V.), der Überschuß auf 0,192 Mill. M (0,239 i. V.). Es sollen 3% Dividende (wie i V.) auf 3,750 Mill. M (3,377 i. V.) gezahlt werden.

Stettiner Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden 36,648 Mill. Fahrgäste (29,775 i. V.) befördert und 4,733 Mill. Wagenkm (5,773 i. V.) geleistet. Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 3,410 Mill. M (2,753 i. V.) oder 72,05 Pf/Wagenkm (48,03 i. V.), die Gesamteinnahmen auf 3,451 Mill. M (2,770 i. V.), die Ausgaben ohne Obligationszinsen und Kriegsunterstützungen auf 1,987 Mill. M (1,630 i. V.). Es ergibt sich ein Gewinn von 0,348 Mill. M (0,423 i. V.), aus dem 7½% Dividende (8 i. V.) auf 4 Mill. M gezahlt werden.

Kraftwerk Stettin G. m. b. H.[3]) Nach dem Bericht über das 5. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 1,353 Mill. M (1,146 i. V.) und der Reingewinn 0,158 Mill. M (0,242 i. V.); es werden 5% Dividende auf 300 000 M (wie i. V.) verteilt. Es wurden 20,256 Mill. kWh (17,950 i. V.) nutzbar abgegeben. Die Kosten für die erzeugte kWh betrugen 3,011 Pf, für die Nutz-kWh 3,329 Pf.

Straßenbahnen der Stadt Düsseldorf. Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 wurden 16,961 Mill. Wagenkm (18,198 i. V.) gefahren und 84,803 Personen (83,316 i. V.) gegen Entgelt befördert. Die Einnahmen hierfür betrugen 8,190 Mill. M (6,318 i. V.), die Ausgaben 5,076 Mill. M (4,439 i. V.), der Rohüberschuß 3,114 Mill. M (1,879 i. V.).

Rostocker Straßenbahn A. G., Rostock. Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden 1,095 Mill. Wagenkm (1,103 i. V.) gefahren. Die Betriebseinnahmen betrugen 0,597 Mill. M (0,431 i. V.), der Reingewinn nebst Vortrag 0,102 Mill. M (0,070 i. V.). Es sollen 8% Dividende (7 i. V.) auf 0,6705 Mill. M Aktienkapital gezahlt werden.

Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft, Hamburg.[4]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden als Einzelzahler 173,795 Mill. Fahrgäste (143,887 i. V.) befördert. Die Betriebseinnahmen betrugen 21,637 Mill. M (17,921 i. V.), die Betriebsausgaben 13,190 Mill. M (13,066 i. V.). Der Überschuß beträgt 8,945 Mill. M (5,196 i. V.), der Reingewinn 3,282 Mill. M (1,491 i. V.). Es soll eine Dividende von 10% (5 i. V.) auf 21 Mill. M (wie i. V.) gezahlt werden.

Bremerhavener Straßenbahn, Bremerhaven[5]). Nach dem Bericht über das 36. Geschäftsjahr 1917 wurden gegen Fahrschein befördert 11,704 Personen (7,982 i. V.). Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 1,217 Mill. M (0,827 i. V.) gegen 0,812 Mill. M Ausgaben (0,595 i. V.). Aus dem Reingewinn von 0,405 Mill. M (0,238 i. V.) sollen 6% Dividende (4 i. V.) auf 4,2 Mill. M gezahlt werden.

Thüringer Gasgesellschaft, Leipzig[6]). Nach dem Bericht über 1917 wurde unter der Firma Rheinische Licht- und Kraftwerke G. m. b. H. ein gemischt-wirtschaftliches Unternehmen gegründet, das sich unter Übernahme der Stromversorgungsanlagen des Kreisamtes Aachen die Licht-, Heiz- und Kraftversorgung durch Gas und Elektrizität für den Landkreis Aachen nebst Umgebung zur Aufgabe gemacht hat. Es wurden Ende 1917 586 Gemeinden mit Gas und Elektrizität versorgt. Die Einnahmen betrugen 4,095 Mill. M (3,583 i. V.), der Gewinn 2,858 Mill. M (2,670 i. V.). Nach Abschreibungen von 1,250 Mill. M (0,850 i. V.) sollen 10% Dividende auf 7,5 Mill. M (wie i. V.) verteilt werden.

[1]) Bericht über 1912/13 vgl. „ETZ" 1918, S. 1074.
[2]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 431.
[3]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 148.
[4]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 521.
[5]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 578.
[6]) Bericht über 1912 vgl. „ETZ" 1913, S. 900.

Pfalzwerke A.G., Ludwigshafen a. Rh.[1]) Nach dem Bericht über das am 30. VI. 1917 abgelaufene 5. Geschäftsjahr betrug die Maschinenleistung der Kraftwerke Homburg, Ludwigshafen und Edenkoben 18 793 kW (13 870 i. V.). Angeschlossen waren 10 Städte und 196 Gemeinden mit 410 332 Einwohnern. Der Anschlußwert ohne Bahnen betrug 30 897 kW (26 429 i. V.), mit Bahnen 36 611 kW (32 754 i. V.). Verkauft wurden 28,365 Mill. kWh (22,927 i. V.). Die Einnahmen stellten sich auf 0,799 Mill. M (0,611 i. V.) und ergaben einen Überschuß von 0,518 Mill. M (0,409 i. V.). Es sollen 3% Dividende auf 7,250 Mill. M Aktienkapital (wie i. V.) gezahlt werden.

Leitzachwerke A. G., München[2]). Nach dem Bericht über das 6. Geschäftsjahr 1916/17 ergaben sich 0,599 Mill. M Betriebseinnahmen (0,559 i. V.) und 0,615 Mill. M Gesamteinnahmen (0,569 i. V.), der Reingewinn betrug 0,252 Mill. M (0,206 i. V.). Es sollen 4% Dividende (0 i. V.) auf 6 Mill. M gezahlt werden.

Stuttgarter Straßenbahnen[3]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden 14,815 Mill. Wagenkm (14,008 i. V.) gefahren und 84,031 Mill. Personen (64,647 i. V.) befördert. Die Einnahmen betrugen 7,268 Mill. M (5,627 i. V.), der Reingewinn 0,944 Mill. M (0,840 i. V.). Es sollen 10% Dividende (9% i. V.) auf 9 Mill. M gezahlt werden.

Magdeburger Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft, Magdeburg[4]). Nach dem Bericht über das 41. Geschäftsjahr 1917 wurden 9,791 Wagenkm (9,547 i. V.) gefahren und 62,468 Mill. Fahrgäste (46,571 i. V.) befördert. Die Einnahmen aus Personenbeförderung betrugen 5,458 Mill. M (4,101 i. V.), die Gesamteinnahmen 5,520 Mill. M (4,137 i. V.), der Reingewinn 0,766 Mill. M (0,747 i. V.). Es sollen 10% Dividende (9½ i. V.) auf 6 Mill. M gezahlt werden.

Elektricitätswerk Fulda A. G., Fulda[5]). Nach dem Bericht über das 6. Geschäftsjahr 1917 betrug der Anschlußwert 3585 kW (3285 i. V.) und die nutzbare Stromabgabe 1,987 Mill. kWh (1,877 i. V.). Aus Einnahmen in Höhe von 0,252 Mill. M (0,221 i. V.) ergibt sich ein Verlust von 0,155 Mill. M (i. V. Reingewinn 18 000 M und 3% Dividende auf 0,5 Mill. M).

Allgemeine Deutsche Kleinbahn-Gesellschaft A. G., Berlin[6]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 1,603 Mill. M (1,546 i. V.), darunter Zinsen und Gewinnanteile von 1,081 Mill. M (1,118 i. V.). Der Überschuß betrug 0,913 Mill. M (0,894 i. V.). Hiervon werden 7% Dividende (6% i. V.) auf 9,060 Mill. M gezahlt. Das Aktienkapital ist auf 12 Mill. M erhöht worden.

Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen. Nach dem Bericht über das 70. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 14,186 Mill. M (8,115 i. V.), und es ergibt sich nach Abschreibungen und Rückstellungen von 5,7 Mill. M (2,2 i. V.) ein Reingewinn von 1,295 Mill. M (1,333 i. V.). Hiervon sollen 12½% Dividende (10% i. V.) auf 6 Mill. M Grundkapital gezahlt werden.

Firmenverzeichnis.

Zellit-A. G., Berlin. So heißt jetzt die bisherige Firma „Duroplattenwerk Konstanz A. G.", Konstanz. Der Sitz der Gesellschaft ist nach Berlin verlegt worden. Gegenstand: Betrieb, Verwaltung und Finanzierung von Handels- und Fabrikationsgeschäften, vorzugsweise auf dem Gebiete der Textil- und Textilersatzindustrie, insbesondere nach dem Zellitverfahren, Beteiligung an gleichartigen und ähnlichen Unternehmungen. Grundkapital: 1,25 Mill. M.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Schwichow (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Korschlitz (Kr. Oels) (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Klein-Bresa (Haftsumme 300 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Wadersloh (Haftsumme: 300 M).

Auflösungen. Isolawerke St. Ludwig i. Els. Fabrikation und Handel von elektrotechnischem Isoliermaterial, G. m. b. H, St. Ludwig.

Anderungen in der Verwaltung. Felten & Guilleaume Carlswerk A. G., Mülheim a. Rhein. In den Vorstand berufen: H. Over, Chr. Züfle.

[1]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 188.
[2]) Bericht über 1912/13 vgl. „ETZ" 1914, S. 170.
[3]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 462.
[4]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 431.
[5]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 461.
[6]) Bericht uber 1908 vgl. „ETZ" 1909, S. 741.

Abschluß des Heftes: 6. Juli 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 18. Juli 1918.** **Heft 29.**

Eigenartige Schaltungsmöglichkeiten von Transformatoren.

Von Dr.-Ing. Milan Vidmar, Wien.

Übersicht. **Es wird an einem Beispiel aus dem Transformatorenbau gezeigt, daß es für den Konstrukteur nicht überflüssig ist, von Zeit zu Zeit die grundlegenden Annahmen seiner Tätigkeit durchzusehen. Jenseits der durch diese Grundprinzipien gezogenen Grenze gibt es noch eine Fülle von Möglichkeiten, die zwar normal ohne Bedeutung sind, die aber in besonderen Fällen gute Dienste leisten können.**

Der unsymmetrisch aufgebaute Drehstromtransformator, dessen drei Säulen nicht gleich stark sind und nicht gleich viel Windungen tragen, wird untersucht, seine Theorie wird entwickelt. Es wird gezeigt, daß er praktisch brauchbar ist, wobei die Verallgemeinerung der Zickzackschaltung ein sehr interessantes Bild gibt.

Es werden die Fälle untersucht, in denen Unsymmetrien praktisch in Betracht kommen. Die mittlere Säule des Trockentransformators, die sich stärker erwärmt als die beiden äußeren, gibt den ersten Fall. Der zweite führt zum Zweiphasen-Dreiphasen-Transformator der Gesellschaft für elektrische Industrie A. G. in Wien. Der dritte zeigt die Eigenschaften der V-Schaltung, der vierte die bekannte Scottsche Schaltung.

Wichtiger noch als die Vereinigung der genannten drei Schaltungen in ein theoretisches System ist vielleicht der Nachweis der allgemeinen Anwendbarkeit der Zickzackschaltung. Es ergeben sich dadurch mehrere eigenartige Schaltungsmöglichkeiten.

Zum Schluß wird darauf hingewiesen, daß der Grad der Unsymmetrie auch auf die Güte der Schaltung schließen läßt. Zwanglos ergibt sich eine Reihenfolge, die den Scottschen Transformator hinter die moderne Konstruktion zurücktreten läßt, und die die V-Schaltung als Notschaltung kennzeichnet. Die Menge der eigenartigen Schaltungsmöglichkeiten zeigt jedoch überzeugend, wie wichtig es ist, von Zeit zu Zeit die Grundprinzipien zu überprüfen.

Der forschende Konstrukteur, der sich mit großer Mühe der überall drohenden Gefahren erwehrt, kommt auf der Suche nach neuen Auskunftsmitteln zuweilen bis zu den Grundprinzipien herunter, die seit langem feststehen und das Reich der Möglichkeiten nach unten abgrenzen. Die Not verleitet sogar zum Zweifel an der Richtigkeit dieser Grundprinzipien. Man denkt sonst selten nach, ob Kupfer oder Eisen die besten Baustoffe für elektrische Maschinen sind, ob die übliche Form des Eisenkernes tatsächlich ausschließlich in Betracht kommt, ob der Eisenkörper wirklich am zweckmäßigsten aus Blechen aufgebaut wird und nicht vielleicht aus Eisendrähten bestehen soll. Gerade deshalb aber, weil die Begründung der grundlegenden Annahmen nicht immer gegenwärtig ist, bekommt das Rütteln an den Hauptpfeilern der Konstruktionslehre einen eigentümlichen Reiz, und eine Fülle von Möglichkeiten tritt dem Zweifler gegenüber, aus der allerdings fast immer der beste Fall doch wieder in der altbekannten grundlegenden Form hervorleuchtet.

Es ist nicht zwecklos, über die Anfangsgründe von Zeit zu Zeit einen kritischen Blick zu werfen und sich zu überlegen, warum das und jenes so, und nur gerade so, gemacht wird. Längst abgetane Möglichkeiten, die normal wertlos sind, werden wichtig, wenn ein abnormaler Fall ihre Nachteile in Vorteile verwandelt und gerade das brauchbar erscheinen läßt, was sonst stört. Manch ein glücklicher Einfall wurde auf diesem Wege möglich und eigenartige Anordnungen wurzeln fast immer jenseits der Grenze der Grundprinzipien der Konstruktionslehre.

Im nachstehenden wollen wir ein Beispiel aus dem Transformatorenbau geben, das eine Unmenge von Auskunftsmitteln aufdeckt, die sonst dem gewöhnlichen Transformator nicht zur Verfügung stehen. Mehrere bekannte wertvolle Lösungen schwieriger Probleme werden wir dabei nach- und nebeneinander auftreten sehen. Wir werden feststellen müssen, daß der so überaus einfach aufgebaute Transformator doch ein unerschöpfliches Gebiet von Möglichkeiten beherrscht, das ihn schön macht, nicht nur schön für Theoretiker, sondern auch schön für den praktischen Konstrukteur.

Beim Drehstromtransformator ist die Gleichartigkeit der drei Phasen der Wicklung über jedem Zweifel erhaben. Es ist ausgemacht, daß die drei Wicklungsteile, die auf den drei Säulen sitzen, untereinander gleich, daß die drei Phasenspannungen gleich groß, daß die drei magnetischen Kraftflüsse gleich stark sein müssen. Es liegt kein Grund vor, sie konstruktiv ungleich zu behandeln, im Gegenteil, Unsymmetrien können nur offenkundige, besonders fabrikationstechnische Nachteile bringen. Es ist augenscheinlich zwecklos, auch nur einen einzigen Augenblick bei diesem Punkt zu verweilen. Der wirkliche Drehstromtransformator bringt ohnehin erzwungene kleine Unsymmetrien, die unangenehm sind. Die Magnetisierungsströme der drei Phasen sind bekanntlich ungleich, weil die mittlere Säule günstiger liegt als die beiden äußeren, die Kühlung der mittleren Säule dagegen ist schlechter als die der äußeren Säulen. Wenn es nur irgendwie ginge, sollten auch diese Ungleichheiten weggewischt werden.

Gerade die erzwungenen Unsymmetrien lassen aber die Idee aufkommen, durch freiwillige weitere Ungleichheiten die unfreiwilligen aufzuheben. Unwillkürlich stellt man die beiden äußeren Säulen der mittleren gegenüber und fragt sich, was für Folgen gewollte Verschiebungen der Größenverhältnisse haben können. Man kann zweifellos die äußeren Phasen mit mehr Windungen ausstatten als die mittlere, wenn man primär die Sternschaltung wählt. Die Lage des Nullpunktes des Transformators kann beliebig verschoben werden.

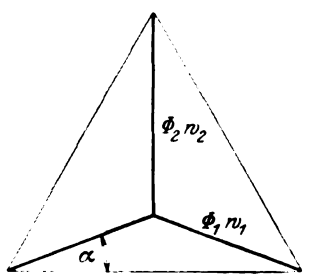


Abb. 1.

Hält man an der Gleichheit der beiden äußeren Säulen fest, so kommt allerdings nur die Verschiebung des Nullpunktes auf einer Höhenlinie des aufgedrückten Spannungsdreiecks in Betracht (Abb. 1).

Geben wir nun den beiden äußeren Säulen je w_1, der mittleren dagegen w_2 Windungen, so bekommen wir ein unsymmetrisches Sternsystem der Spannungen nach Abb. 1 und einen vom normalen Wert (30°) abweichenden Spannungswinkel α. Man kann nun nicht einfach statt mit den Spannungen mit den Windungszahlen rechnen. Auch die Symmetrie der Kraftflüsse ist gestört, und die Windungsspannungen sind ungleich groß geworden. Fest steht, daß die 3 Kraftflüsse untereinander dieselben Phasenverschiebungen zeigen müssen wie die drei Säulenspannungen. Sie sind ja gegen die von ihnen erzeugten Spannungen um je 90° phasenverschoben. Aber für die Größe der 3 Kraftflüsse gilt das Kirchhoffsche Gesetz, die mittlere Säule führt immer den Summenfluß der beiden äußeren Säulen.

Der Kraftfluß der mittleren Säule Φ_2 steht nach dem Gesagten in folgender Beziehung zum Kraftfluß Φ_1 einer äußeren Säule:

$$\Phi_2 = 2\,\Phi_1 \sin\alpha\,. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

Es muß daher nach Abb. 1

$$(\Phi_1 w_1)^2 + (2\,\Phi_1 w_2 \sin\alpha)^2 - 4\,\Phi_1^2 \sin\alpha\, w_1 \cdot w_2 \cos(90+\alpha) = (2\,\Phi_1 w_1 \cos\alpha)^2$$

oder einfacher

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{w_1}{w_1 + 2\,w_2}\sqrt{3} \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

sein.

Man sieht, daß der Spannungswinkel α beliebig eingestellt werden kann. Er ist nur vom Windungszahlenverhältnis $w_1 : w_2$ abhängig.

Der unsymmetrische Transformator ist mit der Einstellung der Windungszahlen nicht erledigt. Neben der Ungleichheit der Wicklungen tritt auch die Ungleichheit des Eisenquerschnittes der drei Säulen auf. Die mittlere Säule muß im Verhältnis:

$$2\sin\alpha : 1$$

stärker sein als eine äußere, wenn überall die gleiche Liniendichte zugelassen werden soll. Bemerkenswert ist, daß nur die mittlere Säule geändert werden muß. Der Jochquerschnitt kann unverändert beibehalten werden, er richtet sich nach dem Kraftfluß der äußeren Säulen.

Die bisher festgestellte Möglichkeit, einen unsymmetrischen Transformator aufzubauen, berechtigt uns noch nicht, seinen Verwendungsmöglichkeiten nachzugehen. Vorerst scheint nämlich nur die beiderseitige Sternschaltung anwendbar zu sein, und weder der Nullpunkt des Transformators, nämlich der eigentliche Nullpunkt des Dreiphasensystems ist dabei zugänglich, noch sind überhaupt einseitige Belastungen denkbar.

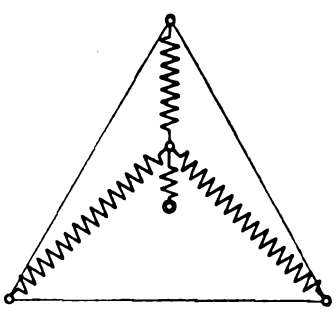


Abb. 2.

Zwar kann man immer mit einer Zusatzwicklung nach Abb. 2 den gesuchten Nullpunkt erreichen. Sobald aber einseitige Belastungen auftreten, müssen Lichtschaltungen möglich

Digitized by Google

sein, beiderseits Stern genügt auf keinen Fall. Dreieck-Stern ist nun offenkundig unmöglich. Es bliebe demnach nur noch der Ausweg, Stern-Zickzack.

Merkwürdigerweise ist in der Tat jeder unsymmetrische Transformator in Zickzack schaltbar. Dabei erscheint außerdem von selbst der gesuchte Nullpunkt des Dreiphasensystems; alle Forderungen des Betriebes werden erfüllt.

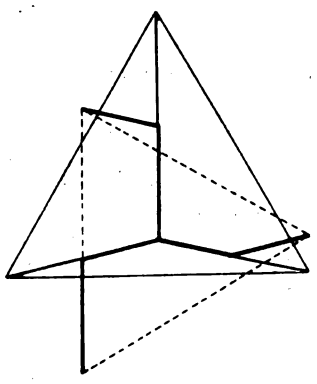


Abb. 3.

Setzt man nach Abb. 3 ganz allgemein bei einem beliebigen Spannungswinkel α je 2 halbe Phasenspannungen zusammen, so bekommt man in Sternschaltung 3 neue Phasenspannungen, die gerade halb so groß sind wie die verketteten Spannungen des ursprünglichen Sternsystems. Diese letzteren setzen sich nämlich aus je 2 ganzen Phasenspannungen des Transformators zusammen, sie müssen also in der Tat die doppelte Größe haben.

Sofort folgt daraus, daß der Stern der Zickzackschaltung symmetrisch ist, und daß seine verkettete Spannung im Verhältnis $2 : \sqrt{3}$ kleiner ist, also die des ursprünglichen Sternsystems. Immer handelt es sich daher bei der Zickzackschaltung um denselben Mehraufwand an Kupfer. Gleichzeitig sieht man, wie der Nullpunkt tatsächlich zugänglich geworden ist, und einseitige Belastungen erscheinen beim unsymmetrischen Transformator auf diese Art immer als möglich.

Bemerkenswert ist die Tatsache, die der Abb. 3 leicht abgelesen werden kann, daß das Spannungsdreieck der Zickzackschaltung gegen das aufgedrückte immer um 30° verdreht ist. Auch Parallelschaltungen der unsymmetrischen Transformatoren mit Dreieck-Stern-Transformatoren normaler Bauart sind deshalb immer möglich.

Damit sind aber wirklich alle Bedenken gegen den unsymmetrischen Drehstromtransformator beseitigt. Es gibt kein Hindernis, der induktive Spannungsabfall, die Verluste im Eisen und im Kupfer, alles ist in Ordnung. Die Frage ist berechtigt, ob unsymmetrische Konstruktionen praktisch in Betracht kommen, und warum gerade die symmetrische Anordnung in der Praxis ihren vorherrschenden Platz behauptet hat.

Wir wollen von einem normalen dreiphasigen Transformator ausgehen. Vergrößern wir den Spannungswinkel α, so vergrößern wir den Eisenaufwand, die mittlere Säule muß stärker werden. Verkleinern wir dagegen den Spannungswinkel, so kann der Querschnitt der mittleren Säule verkleinert werden.

Die Rücksicht auf den Eisenaufwand kann nach der gemachten Überlegung nicht entscheidend sein. Wir sind gezwungen, nachzusehen, wie sich die Gesamtwindungszahl des Transformators ändert. Sie ist gegeben durch:

$$w = 2\,w_1 + w_2 .$$

Berücksichtigt man Gl. (2), so erhält man:

$$w = \left[2 + \frac{\sqrt{3} - \operatorname{tg}\alpha}{2\operatorname{tg}\alpha}\right] w_1 .$$

Soll nun der Kraftfluß Φ_1 der äußeren Säule festgehalten werden, so muß bei bleibender Spannung des Drehstromsystems auch $w_1 \cos\alpha$ konstant bleiben. Die Gesamtwindungszahl ist nach all dem:

$$\frac{\sqrt{3}\operatorname{tg}\alpha + 1}{\sin\alpha}$$

proportional. Sie wird am kleinsten, wenn

$$\operatorname{tg}^3\alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

wird, was einem Winkel

$$\alpha = 42{,}5^0$$

entspricht.

Wir haben jetzt einen kleinen Überblick über die Verhältnisse. Weichen wir vom normalen Spannungswinkel von 30° nach unten ab, so sparen wir Eisen, aber wir müssen Kupfer zulegen. Vergrößern wir den Winkel, so benötigt die mittlere Säule mehr Eisen, während der Kupferaufwand etwas abnimmt; nur etwas, denn die verkleinerte Windungszahl wird zum Teil durch die vergrößerte Windungslänge aufgewogen.

Der normale Fall des symmetrisch aufgebauten Transformators drängt sich unverkennbar als günstigste Lösung hervor. Ganz abgesehen von der Vereinfachung der Konstruktion, bringt er den kleinsten Materialaufwand. Allerdings scheinen Abweichungen vom normalen Winkel bis etwa 40° ganz ungefährlich zu sein. Aber das Aufgeben der Vorteile der Einfachheit müßte gut begründet werden, bevor es unternommen werden könnte.

Bei Trockentransformatoren ist die mittlere Säule sehr oft in großer Wärmenot. Sie kann erheblich weniger Wärme ausstrahlen als die beiden äußeren Säulen. Die Strahlung ist aber die Hauptsache bei luftgekühlten Transformatoren. Meist wird daher das Kupfer der mittleren Säule erheblich wärmer als das der äußeren Säulen.

Wir haben den ersten praktisch in Betracht kommenden Fall des unsymmetrischen Drehstromtransformators vor uns. Die durch die mittlere Säule begrenzte Belastbarkeit des Trockentransformators könnte erhöht werden, wenn eine gleichmäßige Kühlung durchführbar wäre. Nur ein Weg führt zu ihr: die Stromwärme muß unsymmetrisch aufgeteilt werden.

Natürlich kann man einfach bei gleicher Windungszahl in den drei Phasen den Kupferquerschnitt ungleich wählen. Man kann aber einfacher den Spannungswinkel α über 30° hinauf vergrößern. Sofort schiebt sich ein Teil der Windungen von der mittleren Säule auf die beiden äußeren, und mit ihnen wandert ein Teil der Wärmelast.

Die Maßregel hat noch weitere Vorteile. Der Umfang der mittleren bewickelten Säule wird stärker, die Abkühlungsoberfläche auf der gefährdeten Säule wächst daher. Außerdem kann auch noch die Ungleichheit der drei Leerlaufströme gleichzeitig beseitigt werden, indem die Liniendichte in der mittleren Säule entsprechend eingestellt wird.

Der unsymmetrische Transformator erscheint daher schon nach diesem ersten Beispiel als lebensfähig. Vorläufig handelt es sich allerdings nur um ganz kleine Unsymmetrien. Aber wir haben eben nur erst einen praktischen Fall herausgegriffen, den, der dem normalen Transformator am nächsten liegt, der aus diesem Grunde auch zuerst erwähnt werden mußte.

Über die Lastübertragung des unsymmetrischen Transformators ist wenig zu sagen. Tritt sowohl primär als auch sekundär der unsymmetrische Stern auf, so überträgt sich einfach die Last jeder Phase von der einen Seite auf die andere. Der Phasenverschiebungswinkel der Belastung kann sich nicht ändern, abgesehen von der kleinen Verunstaltung, die der Magnetisierungsstrom bringt. Jede symmetrische Belastung bleibt auch nach der Transformation symmetrisch, ganz genau so, wie beim normalen Drehstromtransformator. Muß man im besonderen Fall auf der einen Seite zur Zickzackschaltung greifen, so ändert man ebenfalls nichts an der Transformationsweise, symmetrische Lasten gehen in symmetrischer Form von der einen Seite auf die andere, und unsymmetrische übertragen sich ganz genau so wie beim normalen symmetrischen Transformator.

Auf dem Wege zu größeren Störungen der Symmetrie kommt man zunächst zum charakteristischen Spannungswinkel

$$\alpha = 45^0 .$$

Dieser besondere Winkelwert zieht unwillkürlich unsere Aufmerksamkeit an. Im Spannungsdiagramm (Abb. 4) erscheint der Spannungswinkel von 90°, an dem wir nicht vorbeigehen können. Kann er praktisch irgendwie verwertet werden?

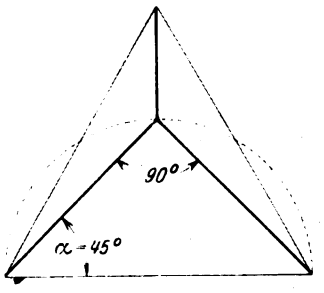


Abb. 4.

Die sonst unmögliche Dreieckschaltung gibt ein überraschendes Bild (Abb. 5). Ein einfacher Zweiphasen-Dreiphasen-Transformator liegt vor uns, der bekannte Transformator der Gesellschaft für elektrische Industrie A. G., Wien, der sich in der Praxis bestens bewährt hat. Wir können ihm gleich mit Rücksicht auf die oben gemachten Überlegungen das Zeugnis ausstellen, daß er nur ungefähr so viel Material verbraucht, wie ein gleich großer Drehstromtransformator. Aber noch günstiger sind seine übrigen Eigenschaften.

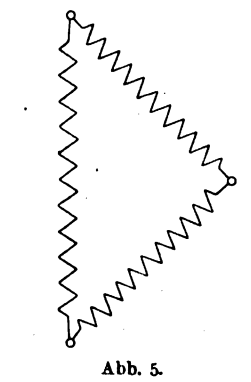


Abb. 5.

Die Übertragung einer symmetrischen Belastung der einen Seite auf die andere ist auf den ersten Blick nicht zu übersehen. Man kann sie jedoch durch verhältnismäßig einfache Überlegungen ergründen, und wir wollen im folgenden nachsehen, wie eine symmetrische induktionsfreie Belastung der Zweiphasenseite auf die Drehstromseite übertragen wird.

Es ist wichtig, daß vorerst die Übersetzungsverhältnisse der drei Säulen festgelegt werden. Auf den beiden äußeren Säulen, die die eigentliche Wicklung des Zweiphasensystems tragen, können wir das Übersetzungsverhältnis gleich 1 annehmen. Für die mittlere Säule bekommen wir dann nach Gl. (2) eine Windungszahl, die 0,366 mal größer ist als die Windungszahl der äußeren Säule auf der Drehstromseite. Auf der Zweiphasenseite müssen alle drei Säulen dieselbe Anzahl von Windungen tragen. Nach Gl. (1) tritt nämlich in der mittleren Säule ein im Verhältnis

$$\sqrt{2} : 1$$

größerer Kraftfluß auf als in den beiden äußeren Säulen, infolgedessen ist die Windungsspannung dort in diesem Verhältnis größer. Das Wicklungsdreieck der Abb. 5 ist daher tatsächlich mit gleichen Windungszahlen herstellbar.

Digitized by Google

Nach all dem ist das Übersetzungsverhältnis der mittleren Säule gleich:

$$1 : 0{,}366 = 1 : \frac{\sqrt{3}-1}{2}.$$

Dieser Wert muß bei der Feststellung der magnetischen Gleichgewichtbedingungen berücksichtigt werden, er führt uns auch einfach zur Feststellung der elektrischen Lastübertragung.

Es ist auf den ersten Blick ersichtlich, daß bei der Belastung der Zweiphasenseite die Wicklung der mittleren Säule nicht stromlos bleiben kann; denn in diesem Falle müßte auch die mittlere Säule der Drehstromseite stromlos bleiben, und das Kirchhoffsche Gesetz wäre im Sternpunkt der Wicklung nicht erfüllt. Fließt aber auf der Zweiphasenseite ein Ausgleichsstrom durch die Wicklung der mittleren Säule, so ergibt sich genau derselbe Fall wie bei ungestörtem Eindringen des Belastungsstromes in die beiden eigentlichen Phasenwicklungen und bei gleichzeitigem Auftreten eines Ausgleichsstromes, der das ganze Wicklungsdreieck durchfließt. Die Feststellung dieses Ausgleichsstromes ist nun unsere Hauptaufgabe.

(Schluß folgt.)

Die Elektrisierung der Gotthard-Bahn.

(Fortsetzung von S. 277.)

Leistungsfähigkeit der Bahn.

Als einer der wichtigsten Vorzüge des elektrischen Betriebes wurde die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der G. B. genannt. Zur Schaffung der Grundlagen für den neuen, leistungsfähigeren Fahrplan wurden die in Zahlentafel 2 angegebenen Geschwindigkeiten angenommen.

Aus dem Vergleich des alten Dampffahrplans mit dem für elektrischen Betrieb in Aussicht genommenen Fahrplan der Strecke Luzern—Bellinzona ist zu entnehmen, daß bei den

Schnellzügen Fahrzeitverkürzungen von rd $\frac{1}{2}$ h = 14 bis 17%,

bei den Eil- und Personenzügen rd $1\frac{1}{2}$ h = 25 bis 26%,

bei den Güterzügen sogar rd $3\frac{1}{2}$ h = 33%

beabsichtigt sind. Ähnliche Annahmen sind auch für die Züge der Strecken Luzern—Chiasso und Luzern—Luino vorgesehen.

Um diese Leistungen zu erreichen, wurden die in Zahlentafel 3 und 4 zusammengestellten weiteren Annahmen gemacht.

unter Zerlegung der gezeichneten Fahrpläne in 10 Minuten-Abschnitte und der ungünstigsten Anfahrstellungen durchgeführt. Sie ergab

Zahlentafel 3. Endgültige Annahmen über höchste Anfahrleistungen am Radumfang der elektrisch betriebenen Züge.

Steigung in ‰	Schnellzüge			Personenzüge			Güterzüge		
	Geschwindigkeit in km/h	Beschleunigung in m/s²	Größte Anfahrleistung in kW f. 1 t	Geschwindigkeit in km/h	Beschleunigung in m/s²	Größte Anfahrleistung in kW f. 1 t	Geschwindigkeit in km/h	Beschleunigung in m/s²	Größte Anfahrleistung in kW f. 1 t
0	90	0,2	5,15	75	0,3	5,5	45	0,1	1,47
5	80	0,2	5,15	70	0,3	5,5	45	0,1	1,76
10	70	0,2	5,15	60	0,3	5,5	45	0,1	2,13
15	60	0,2	5,15	56	0,3	5,5	40	0,1	2,42
20	55	0,2	5,15	53	0,3	5,5	37	0,1	2,72
26	50	0,2	5,15	50	0,3	5,5	35	0,1	3,10

Zahlentafel 4. Endgültige Annahmen der Geschwindigkeiten und Fahrleistungen der elektrisch betriebenen Züge bei freier Fahrt und in verschiedenen Krümmungen (R).

Steigung in ‰	Schnellzüge			Personenzüge			Güterzüge		
	Geschwindigkeiten in km/h	Fahrleistung kW f. 1 t		Geschwindigkeiten in km/h	Fahrleistung kW f. 1 t		Geschwindigkeiten in km/h	Fahrleistung kW f. 1 t	
		$R = \infty$	$R = 300$ m		$R = \infty$	$R = 300$ m		$R = \infty$	$R = 300$ m
0	90	2,35	3,02	75	1,57	2,06	45	0,52	0,81
5	80	2,86	3,38	70	2,28	2,72	45	1,11	1,47
10	70	3,25	3,68	60	2,58	3,02	45	1,76	2,06
15	60	3,38	3,83	56	3,10	3,53	40	2,06	2,35
20	55	3,75	4,20	53	3,60	3,98	37	2,35	2,65
26	50	4,20	4,56	50	4,20	4,56	35	2,8	3,02

Auf Grund dieser Annahmen und des verstärkten Fahrplanes konnten die Verkehrsarbeit für die Kraftwerke und die Leitungsanlagen berechnet werden. Die Ergebnisse sind aus Zahlentafel 5 zu entnehmen.

Es ergab sich eine Durchschnittstagesleistung

	Durchschnittl. Tagesleistung Br. tkm	Tageshöchstleistung Br. tkm
für Schnellzüge . .	1 144 560	2 033 120
„ Personenzüge .	620 300	874 200
„ Güterzüge . . .	2 476 660	3 585 160

bzw. für alle Zugarten zusammen im Jahre eine Durchschnittsleistung von 1,437 Mill. Br. tkm bzw. eine Höchstleistung für den Tag von 6,49 Mill. Br. tkm.

Eine genaue Ermittlung der Spitzenleistungen und der normalen Leistung der Kraftwerke wurde an Hand der Motorschaulinien die in Abb. 7 dargestellte Schaulinie der Tagesbelastung für den Kraftbedarf in kW am Radumfange.

Unter Zugrundelegung von Reihenschlußmotoren für die Güterzuglokomotiven und von Repulsionsmotoren für die Schnellzuglokomotiven und Triebwagen ergaben sich die aus Zahlentafel 6 ersichtlichen Werte.

Zahlentafel 5. Verkehrsarbeit der Gotthardbahn bei elektrischem Betrieb mit verstärktem Fahrplan.

Es beträgt für	Die gesamte Verkehrsarbeit betrug im Jahre 1904 Mill. Br. tkm						Für den elektrischen Betrieb wird die Verkehrsarbeit, am Radumfang gerechnet, betragen							
	durchschnittlich für 1 Tag		höchstens für 1 Tag		insgesamt in 1 Jahr		für das gesamte Zuggewicht in Mill Br. tkm		gesamte mechanische Arbeit in 1000 kWh		Arbeit in Wh/tkm		mittlere Leistung für 1 Tag in kW	
	des angehängten Zuggewichtes	des gesamten Zuggewichtes	des angehängten Zuggewichtes	des gesamten Zuggewichtes	des angehängten Zuggewichtes	des gesamten Zuggewichtes	an 1 Tag durchschnittlich	Höchstleistung	an 1 Tag durchschnittlich	Höchstleistung	an 1 Tag durchschnittlich	Höchstleistung	an 1 Tag durchschnittlich	Höchstleistung
Schnellzüge . . .	0,58	0,83	0,64	0,92	213	301	1,566	2,659	60,0	100,0	38	38	2475	4 173
Personenzüge . .	0,34	0,41	0,32	0,40	123	151	0,771	1,024	27,1	36,2	36	36	1140	1 508
Güterzüge	1,42	1,76	2,03	2,52	441	545	3,036	4,332	84,9	119,0	28	28	3540	4 970
Insgesamt . . .	2,34	3,00	2,99	3,84	777	997	5,373	8,015	172,0	255,2	32	32	7155	10 651

Zahlentafel 2. Vergleich der Reisegeschwindigkeiten der Gotthardbahn.
t_r = Reisezeit einschl. Aufenthalt in Minuten.
v = Reisegeschwindigkeit einschl. Aufenthalt in km/h.

Auf der Strecke		Bisheriger Dampfbetrieb								Zukünftiger elektrischer Betrieb							
		Schnellzüge		Eilzüge		Personenzüge		Güterzüge		Schnellzüge		Eilzüge		Personenzüge		Güterzüge	
		t_r	v	t_r	v	t_r	v	t_r	v	t_r	v	t_r	v	t_r	v	t_r	v
Luzern—Bellinzona	hin	206	49	258	39	340	30	600	17	177	58	195	54	250	41	400	25
	zurück	217	47	266	38	351	28	630	16	182	56	194	52	260	39	430	24
Luzern—Chiasso	hin	286	47	360	37	472	29	780	17	240	56	263	51	333	40	550	25
	zurück	296	45	370	36	535	25	780	17	247	55	267	50	338	40	600	22
Luzern—Luino	hin	290	44	320	40	430	29	720	18	232	54	240	53	310	41	500	25
	zurück	273	43	325	39	490	26	750	17	240	53	246	51	320	39	530	24

Zahlentafel 6. Wirkungsgrade und Leistungsfaktoren für die Effektumrechnung vom Radumfang bis Fahrdraht der G. B.

Für einen Betriebstag mit	Wirkungsgrad aller Triebfahrzeuge zusammen		Leistungsfaktor aller Triebfahrzeuge zusammen	
	für Höchstbelastung	für Mittelbelastung	für Höchstbelastung	für Mittelbelastung
Durchschnittverkehr . .	0,75	0,68	0,83	0,58
Höchstverkehr	0,78	0,70	0,86	0,62

Unter Berücksichtigung aller Verluste in den Zwischenanlagen ergibt sich ein Gesamtwirkungsgrad zwischen Radumfang und Turbinenwellen von

50% für Mittelbelastung und
57% „ Höchstbelastung.

Man hat demnach an den Turbinenwellen mit

einer Höchstleistung von $\frac{23\,434}{0{,}57} = 41\,112$ kW

und

einer Mittelleistung von $\frac{7\,140}{0{,}50} = 14\,278$ kW

Digitized by Google

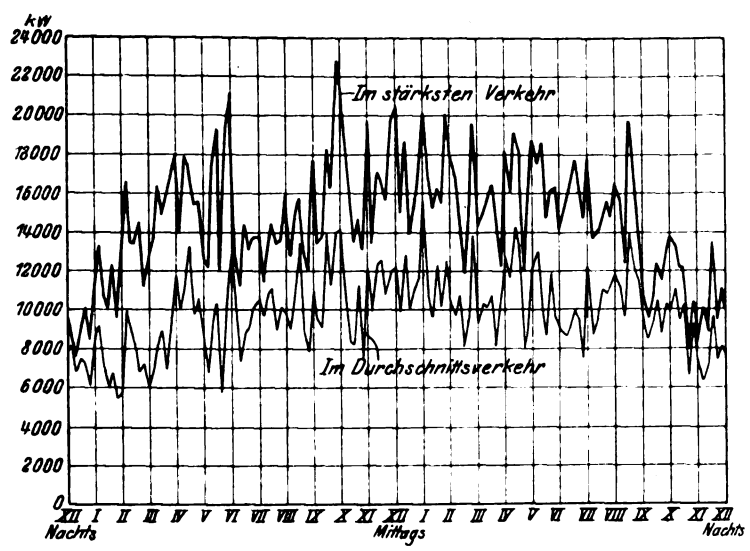


Abb. 7. Leistung der Gotthardbahn-Kraftwerke in kW am Radumfang

zu rechnen, was ein Schwankungsverhältnis von ≈ 2,9 ergibt.

Unter der Annahme, daß

die Güterzüge im Jahresdurchnitt an 320 Tagen und

die Schnell- und Personenzüge im Jahresdurchschnitt an 365 Tagen

fahren, beträgt die mechanische Jahresarbeit am Radumfang 58,0 Mill. kWh und die mechanische Jahresarbeit an den Turbinenwellen 118,0 Mill. kWh.

Kraftwerke.

Von den Wassertechnikern wurde, wie weiter unten noch eingehender erläutert ist, eine Maschinenleistung von zusammen 70000 kW vorgesehen. Diese Leistung wird nach vollem Ausbau in 3 getrennt arbeitenden Kraftwerken erzeugt. Im ersten Ausbau werden nur 2 Kraftwerke erstellt, u. zw. nördlich des Tunnels das Kraftwerk Amsteg und südlich des Tunnels das Kraftwerk Ritom (Abb. 8). Die beiden Kraftwerke werden jedes für sich einen bestimmten Streckenabschnitt mit Strom versorgen.

Das Nordkraftwerk bei Amsteg ist für eine Höchstbelastung von 19 870 kW, das Südkraftwerk am Ritom für eine Höchstbelastung von 27 230 kW vorgesehen. Es ist daraus zu entnehmen, daß beide Kraftwerke zusammen über eine Maschinenleistung von 47 000 kW verfügen. Nach Ausbau des dritten Werkes mit 22 800 kW werden 48% der Maschinenleistung als Notersatz vorhanden sein.

Zahlentafel 7. Stromverbrauch bei Anlagen mit und ohne Stromrückgewinnung.

Nach	Ohne Rückgewinnung Wh/tkm	Mit Rückgewinnung Wh/tkm
Berechnung Kando für die Gotthardbahn am Fahrdraht	31	22
Berechnung Kummer für die Gotthardbahn am Fahrdraht	46 bis 47	—
Messungen Verole für die Giovilinie am Fahrdraht	47,5	30
Messungen Donali für die Giovilinie im Kraftwerk	67	58

Bei den ersten Entwürfen der Kraftwerke wurde auch die Frage der Arbeitsrückgewinnung, wegen der langen Gefälle der G. B., aufgeworfen. Die Vergleiche, die mit den Ergebnissen der schon lange in Betrieb befindlichen italienischen Drehstrombahn, der Giovilinie, vorgenommen wurden, konnten einen einwandfreien Nachweis der Zweckmäßigkeit dieses Vorschlages nicht erbringen. Der Grund hierfür liegt einerseits in den verschiedenen Anfahrverhältnissen und den voneinander abweichenden Annahmen für die Zugwiderstände beider Bahnen. Aber auch die verschiedenen Gefällverhältnisse (Giovilinie 26 ‰ mittlere Steigung, G. B. 26 ‰ größte Steigung) erschweren einen Vergleich. In Zahlentafel 7 sind aber dennoch die Ergebnisse mit und ohne Arbeitrückgewinnung nebeneinandergestellt worden.

Da die Stromrückgewinnung auf die Anlagekosten und den Betrieb der G. B.-Wasserkraftwerke einen erheblichen Einfluß nicht ausübt und besondere wirtschaftliche Vorteile nicht ermöglicht, hingegen die Betriebsmittel und den Betrieb umständlicher gestaltet, dürfte die Ablehnung der Stromrückgewinnung bei der G. B. als gerechtfertigt erscheinen.

Der vom Bundesrat genehmigte Voranschlag der Bundesbahnen sieht für das Jahr 1915 den ersten Teilbetrag von 1.92 Mill. M vor, von denen auf

das Kraftwerk Amsteg 0,88 Mill. M und auf
„ „ Ritom 1,04 „ „

entfallen.

Die ehemalige G. B. G. hat schon in den Jahren 1907 und 1909 mit den Regierungen der Kantone Uri und Tessin zweckentsprechende Konzessionsverträge für die Benutzung der Wasserkräfte abgeschlossen. Für die Versuchsstrecke Erstfeld—Bellinzona wird nach dem bisherigen Arbeitsplane zunächst die Gefällstufe der Reuß zwischen Wassen und Amsteg mit einem Stausee von 200 000 m³ Inhalt ausgebaut. Auf der Südseite soll im Ritomwerk die Wasserkraft des Foßbaches zwischen dem Ritomsee und Piotta am Tessin ausgenutzt werden.

Der Stausee bei Wassen wird durch einen Stollen von 7 km Länge und 6,5 m² lichtem Querschnitt, der unterwegs noch das Wasser des Fellibaches aufnimmt, sein Wasser an das Kraftwerk Amsteg abgeben. Das mittlere Nutzgefälle beträgt je nach Tiefe des Stauspiegels 259 bis 271 m. Die Reuß wird mit Hilfe eines, am oberen Ende des Sees herzustellenden, Leitwehres und eines Umlauftunnels von 21 m² Querschnitt und 282 m Länge abgeleitet, um das Ablagern von Geschiebe in dem kleinen Stausee möglichst zu verhindern. Bei Normalbetrieb wird nur das für den Betrieb des Kraftwerkes benötigte Wasser in den Stausee geleitet werden. Um das für die Spitzenleistungen erforderliche Wasser zu gewährleisten, wird an das Wasserschloß ein Ausgleichstollen angeschlossen. An derselben Stelle soll ein Entlastungstunnel mit Steigrohr bei plötzlicher Verminderung der Wasserentnahme das überschüssige Wasser ableiten.' Das Triebwasser wird im ersten Ausban durch zwei etwa 480 m lange Rohrleitungen von rd 1,6 m l. W. den Turbinen zugeführt werden. Für den vollen Ausbau sind 4 solcher Leitungen vorgesehen. Jede dieser Rohrleitungen versorgt zwei Freistrahlturbinen von je 7360 kW Höchstleistung. Jede Turbine ist mit einem Einphasenstromerzeuger unmittelbar gekuppelt. Die Stromerzeuger werden einstweilen für 7500 V gewickelt,

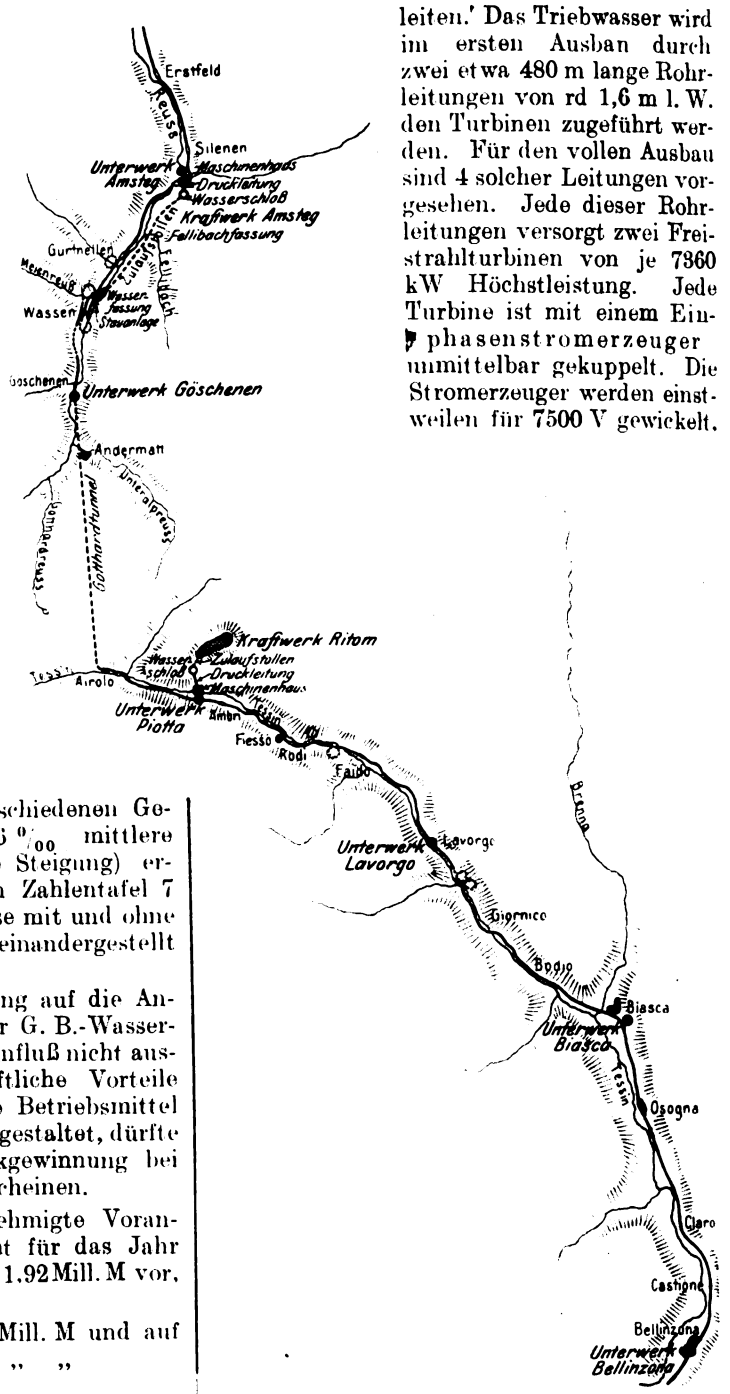


Abb. 8. Lageplan der Kraft- und Unterwerke für den elektrischen Betrieb der Gotthardbahn.

sollen aber später auf 15 000 V umgeschaltet werden.

Die Stromerzeuger sind mit den 66 000 V-Transformatoren so verbunden, daß jeweils Stromerzeuger und Umformer einen elektrischen Maschinensatz bilden. Die Oberspannungsseite der Umformer liegt an Ringsammelschienen, von denen die 66 000 V-Übertragungskabel abzweigen.

Für das Ritomwerk dient der Ritomsee, mit einem Inhalt von 25 Mill. m³, als Wasserspeicher. Es ist in Aussicht genommen, ihn in einer Tiefe von 30 m unter dem jetzigen Wasserspiegel anzuzapfen, wodurch ein nutzbarer Stauinhalt von 19 Mill. m³ erreicht wird. Das mittlere Nutzgefälle beträgt je nach Tiefe des Stauspiegels 789 bis 800 m. Der Zulaufstollen hat 873 m Länge bei 2,7 bis 3,1 m² lichtem Querschnitt. Vom Wasserschloß gelangt das Triebwasser im ersten Ausbau durch zwei Rohrstränge von 1,1 bis 0,9 m Durchmesser und 1413 m ganzer Länge nach dem Maschinenhause. Für den vollen Ausbau ist eine dritte Leitung in Aussicht genommen. Die Anordnung, Bauart und Schaltung der drei Maschineneinheiten von je 8900 kW ist ähnlich wie die im Kraftwerk Amsteg. Durch Aufstellung von drei weiteren Maschinensätzen kann die Leistung dieses Werkes später auf 53 400 kW gebracht werden.

Der Jahresbericht 1917 der schweizerischen Eisenbahnen teilt über die Bauarbeiten

Digitized by Google

an den beiden Kraftwerken mit, daß in Amsteg Ende vorigen Jahres die Reuß-Umleitung bei der Wasserfassung, die Ausmauerung des 280 m langen Tunnels, das Wehr für die Wasserableitung, die Seitenstollen des Zulaufkanals und die Unterbauarbeiten der Druckleitung in Angriff genommen seien, und bezüglich des Ritomwerkes, daß der Anstich des Ritomsees in 30 m Tiefe unter dem Wasserspiegel glücklich gelungen sei, sowie daß die Staumauer von 8 m Höhe über dem normalen Seespiegel bis auf die Bekrönung fertiggestellt wurde, die Stauung des Sees programmäßig also erfolgen konnte; das im See aufgespeicherte Wasser soll vorläufig zur Verbesserung des Wasserhaushaltes des Biaschinawerkes im Winter dienen. Das unter Wasser gesetzte Gelände der Seestauung hat sich als wasserundurchlässig erwiesen, da nirgends auch nur die geringsten Wasserverluste nachgewiesen werden konnten. Die Aushubarbeiten für die Druckleitung wurden in der Hauptsache vollendet, die Gründung der Maschinen-, Schalt- und Transformatorenhäuser in Angriff genommen.

Stromverteilung.

Die Anordnung der Stromverteilanlagen ist bisher nur aus den ersten Entwürfen der St. K. bekannt. Nach diesen wird der in den Stromerzeugern der bahneigenen Kraftwerke erzeugte Einphasenwechselstrom von 15 000 V 15 Per teils unmittelbar den Fahrleitungen zugeführt, teils wird er in den Kraftwerktransformatoren hinauftransformiert[1]) und mittels doppelpoliger Hochspannungs-Speiseleitungen zu den Unterwerken geleitet. Eine solche Hochspannungs-Speiseleitung, bestehend aus zwei Kupferdrähten von je 100 mm², wird vom Kraftwerk Amsteg nach Goldau, eine zweite aus 4 Drähten von je 100 mm² von Piotta nach Lugano geführt. Die Querschnitte sind für einen in den Werken regelbaren Spannungsabfall von 7 bis 8% bei Höchstbelastung der Unterwerke bemessen.

Im Falle eines Drahtbruches kann einpolig ein Notbetrieb geführt werden. Die Leitungen werden auf Gittermasten mit Holzeinsatz verlegt, und ihr kürzester Weg ist an die Bahnlinien nicht gebunden. Verbindungsleitungen zwischen den Unterwerken sind außerdem vorgesehen. Sie sollen teilweise als Notersatz und zeitweise, bei Betriebsverstärkungen als Verstärkungsleitungen aushelfen. Die Leitung Amsteg—Göschenen wird auf 2 getrennten Gestängen geführt und aus 2 × 6 Drähten von zusammen 450 mm² für jeden Pol bestehen. Die 4 Leitungen Göschenen—Piotta werden als gepanzerte Bleikabel ausgeführt und unterirdisch verlegt werden. Sie erhalten zusammen 700 mm² Kupferquerschnitt für jeden Pol. Diese Verbindungsleitungen werden aus Sicherheitsgründen an die 15 000 V-Klemmen der Stromerzeuger angeschlossen.

Die Unterwerke werden außer den Transformatoren auch die Schaltapparate für Übertragungs-, Verbindungs- und Fahrleitungen enthalten. Ihre Höchstleistung ist wie folgt vorgesehen:

Unterwerk Goldau 7800 kW Höchstleistung.
Unterwerk Giubiasko 13 000 kW Höchstleistung.
Unterwerk Lugano 7800 kW Höchstleistung.
} außerdem je 1 Transformator für 2600 kW als Notersatz

Die Fahrleitung ist durchweg als einoliger, über der Mitte eines Gleises verlegter, rofilkupferdraht von 100 mm² Querschnitt eranschlagt. Diesem Querschnitt entspricht, ei den in Aussicht genommenen Speiseleitunen und bei höchster Belastung, ein Gesamterlust in der Fahrleitung einschließlich chienenrückleitung von 15%. Die Befestigung dieses Drahtes am Gestänge wird mittels Kettenaufhängung und Hilfstragdraht erfolgen. Er wird gegen Erde für 15 000 V isoliert. In den Tunnelanlagen und auf wenig befahrenen Nebenstrecken wird eine vereinfachte Ausführung mit enger liegenden Aufhängepunkten zur Anwendung kommen. Das Fahrleitungsgestänge soll

- auf eingleisigen Strecken aus Eisengitter-Auslegermasten,
- auf zweigleisigen Strecken aus Gittermasten, die beiderseits des Bahnkörpers aufgestellt und mit Querjochen verbunden sind,
- auf kleinen Bahnhöfen mit wenig Gleisen ebenso und
- auf großen Bahnhöfen mit viel Gleisen aus besonderen Bauarten von Gittermasten bestehen.

Das Fahrdrahtgestänge soll so ausgeführt werden, daß Speiseleitungen noch daran angebracht werden können. In allen Haltestellen müssen die Fahrleitungen durch Streckenunterbrecher geteilt und durch besondere Schalter mit der Speiseleitung verbunden werden können. Diese Schalter sind an gemeinsamen Bedienungsstellen übersichtlich anzuordnen. Hauptzweck dieser Anordnung ist die Umschaltmöglichkeit einzelner Streckenstücke bei Störungen in der Fahrleitung.

Ende 1917 waren die Masten für die Probeleitung zwischen Erstfeld und Amsteg aufgestellt. Desgleichen wurde im Gotthardtunnel eine Versuchsstrecke ausgerüstet. Die Ergebnisse der Versuche haben den Erwartungen entsprochen.

Fahrzeuge.

Die Triebfahrzeuge wurden von betriebstechnischen Gesichtspunkten aus so entworfen, um mit wenig Gattungen einen möglichst einfachen Betrieb führen zu können. Im Hinblick auf die vorkommenden Steigungen und Gefälle einerseits und die klimatischen Verhältnisse anderseits, war die Wahl nicht einfach. Auf eine gute mittlere Ausnutzung der Motoren, bei den vorgeschriebenen Fahrplangeschwindigkeiten mußte Rücksicht genommen werden. Ferner war die größte Vorsicht erforderlich, um bei Weiterbeförderung der durchgehenden zwischenstaatlichen Güter- und Personenzüge unnötige Verzögerungen zu vermeiden, ja solche erforderlichenfalls auf der G. B. einholen zu können. Nach den Ermittelungen der Schweizer St. K. ergaben sich für den durchgehenden Schnell- und Güterzugdienst Lokomotiven für den Personenverkehr auf den Strecken: Luzern—Chiasso, Biasco—Chiasso und Zug—Goldau, sowie für die Schnellzüge Bellinzona—Luino schwere Triebwagen, während für den Personenverkehr auf den Strecken: Luzern—Erstfeld, Bellinzona—Luino (Lokalzüge), Bellinzona—Locarno leichte Triebwagen zur Verwendung kommen sollen.

Für den Entwurf der elektrischen Lokomotiven und die Bemessung der Motoren waren die bisherigen guten und schlechten Erfahrungen mit den Dampflokomotiven der G. B. von nicht zu unterschätzendem Werte.

Aus der Zahlentafel 8 sind die von Richter[1]) veröffentlichten Studien zusammengestellt.

Nach diesen im Betriebe gesammelten Erfahrungen einerseits und im Hinblick auf den verstärkten Fahrplan sowie die größeren Zuglängen und den Verzicht auf besondere Vorspann- bzw. Schiebelokomotiven anderseits hat die St. K. für einige Lokomotivbauarten grundsätzliche Vorschläge gemacht. Konstruktive Einzelheiten sind z. Zt. noch nicht veröffentlicht worden. Es kann aber schon heute mit Gewißheit angenommen werden, daß man bei der Ausführung der elektrischen G. B.-Lokomotiven die guten und schlechten Erfahrungen, die mit den italienischen und deutschen sowie den Lötschberg-Lokomotiven gemacht worden sind, nutzbringend wird verwerten können. Es stehen auch schon recht wertvolle schlechte und gute Erfahrungen mit den Triebmitteln der New York-New Haven und Hardford-Bahn sowie der Ricksgränsen-Bahn den Konstrukteuren zur Verfügung.

Die Ergebnisse der Vorstudien der schweizerischen St. K. sind aus der Zahlentafel 9 zu entnehmen.

Um die im Durchgangsverkehr auf die G. B. übernommenen Züge mit Dampf heizen zu können, sollen die Schnellzuglokomotiven mit kleinem Heizkessel ausgerüstet werden. Ihre Feuerung wird mit selbsttätiger Ölbeschickung versehen. Die nur auf eigenen Strecken verkehrenden Motorwagenzüge werden gleich von vornherein nur mit elektrischer Heizung ausgeführt. Für kleinere besondere Züge, die anfangs mit Dampflokomotiven befördert werden, sollen Heizwagen in die Züge eingeschaltet werden.

Der Verschiebedienst soll anfangs mit den ausgemusterten Dampflokomotiven erledigt werden. Es ist erst einer späteren Zeit vorbehalten, Akkumulatoren- oder kleinere Oberleitungslokomotiven hierfür zu beschaffen.

Eine Erweiterung des Fahrparkes durch neue Personen- und Güterwagen gehört eigentlich nicht zur Elektrisierung der G. B., sie muß aber hier erwähnt werden, weil der verstärkte Fahrplan dies erfordert. Die um nahezu 50% erhöhte Betriebsleistung des Personenverkehrs und die um rd 16% erhöhte Güterleistung bedingen, wegen der erhöhten Fahrgeschwindigkeit, den längeren Zügen und dem beschleunigten Wagenumlauf beim elektrischen Betrieb nur eine geringe Erhöhung der Wagenachsenzahl. In den Umbau- und Betriebskosten sind insgesamt 256 Personenwagenachsen und 84 Güterwagenachsen in Ansatz gebracht. Die Triebwagen sind in diesen Zahlen nicht enthalten.

Zahlentafel 8. Höchstgeschwindigkeiten und Zugstärken der Gotthardbahn-Dampflokomotiven.

Ordnungszahl	Höchstgeschwindigkeit	Achszahl	Gefälle ‰	Krümmungshalbmesser m	Bemerkungen
1	90	40	bis 10	über 500	für Schnell- und Personenzüge mit durchgehender Bremse
2	85	40		500 bis 450	
3	80	40	10 bis 12½	450 „ 400	
4	75	50	12½ „ 15	400 „ 350	
5	70	50	15 „ 17½	350 „ 300	
6	65	60	17½ „ 20	300 „ 250	
7	60	60	20 „ 22½	250 „ 200	
8	55	60	22½ „ 25		
9	50	60	25 „ 27½	200 „ 180	
10	45	60	27½ „ 30	über 180	
11	45	60			desgl. ohne durchgehende Bremse
12	55	60	bis 18	über 200	für Personenzüge mit Güterbeförderung
13	50	60	18 bis 22	„ 180	
14	45	60	22 „ 26		
15	40	60	26 „ 30		
16	45	120	bis 22	über 180	für Güterzüge, bei Personenbeförderung höchstens 100 Achsen
17	46	120	22 bis 26		
18	35	120	26 „ 30		

Einfluß des Bahnbetriebes auf Schwachstromnetze.

Außer den genannten Neuanschaffungen sind noch die Änderungen der Schwachstromleitungen erwähnenswert. Die hierauf bezüglichen Vorarbeiten haben einen vollkommenen Umbauentwurf ergeben. Er wurde in 3 Gruppen behandelt:

1. Änderungen zur Verhütung von Störungen durch statische Induktion,

[1]) Nach den Studienberichten auf 45000, nach den Mitteilungen der „Schweiz. Bauztg.“ auf 66000 V.

[1]) Vgl. Zeitschr. f. d. ges. V. D. J. 1908, S. 19.1.

Digitized by Google

Zahlentafel 9. Triebfahrzeuge der G. B. nach dem Voranschlag der „Studienkommission".

	Höchstleistung				Normalleistung				Gewichte		Anzahl				Preise		
	auf 26 ‰		auf ∞		Zugkraft		Geschwindigkeit				F = Fahrdienst M = Verstärkung E = Instandhaltung und Notersatz						
	angehängtes Zuggewicht t	Höchstgeschwindigkeit km/h	angehängtes Zuggewicht t	Höchstgeschwindigkeit km/h	auf ‰	kg	km/h	kW	Fahrzeug insgesamt t	Für Reibung in % von Sp. 9	F Stck.	M Stck.	E Stck.	F+M+E Stck.	Für 1 Stck. in Tausenden M	Insgesamt Mill. M	Für 1 kg des Gesamtgewichtes Sp. 9 M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Schnellzuglokomotiven	320	50	320	90	26	12000	50	1620	100	72	7	3	5	15	184	2,76	1,85
Güterzuglokomotiven .	320	35	560	45	26	11500	35	1120	80	100	24	5	9	38	144	5,47	1,80
Schwere Triebwagen .	200	50	200	90	26	6000	50	810	68[1])	100	9	—	5	14	124	1,74	1,83
Leichte Triebwagen . .	150[2])	60[2])	150	75	10	2000	50	295	46[3])	100	5	—	2	7	77	0,54	1,70

2. Änderungen zur Verhütung von Störungen durch dynamische Induktion und
3. Änderungen zur Verhütung von Störungen durch Streuströme.

Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, daß Änderungen an den Schwachstromleitungen der G. B., bei Verdichtung des Fahrplanes jedenfalls ausgeführt werden müßten, wenn auch die Elektrisierung nicht zur Ausführung gekommen wäre, da die Leitungsgestänge bereits einer Erneuerung bedürfen und teilweise seit Jahren auch schon recht stark überlastet sind.

Zur Zeit sind folgende Schwachstromleitungen längs der Bahn, teils oberirdisch, teils, wie z. B. in Tunnels und Kunstbauten, als Kabel verlegt:

a) bahndienstliche Telegraphenleitungen,
b) Telegraphenleitungen der eidgenössischen Verwaltung,
c) Telephonleitungen von Blockwerk zu Blockwerk,
d) Signalläuteleitungen und
e) Leitungen der elektrischen Blockanlagen.

Grundsätzlich sollen diese Leitungen ohne Erdleitungen, d. h. also zweipolig als Schleifenleitungen ausgeführt und jede Gruppe für sich behandelt werden. Für mehrere, einer Gruppe angehörende, Drähte kann aber eine gemeinsame Rückleitung zur Ausführung kommen. Die Schleifenleitungen müssen genügend oft gekreuzt und durch besondere Entladespulen geerdet sein. Die Fernsprechleitungen werden pupinisiert. Die als Mehrfachkabel verlegten Leitungen sind im Bahnkörper mit Eisenkanalabdeckungen zu schützen. Die Kosten sind im Hauptkostenanschlage für die Elektrisierung mit aufgenommen und enthalten auch einen namhaften Betrag für die unter b) genannten eidgenössischen Leitungen, der nach den schweizerischen Gesetzen eigentlich nicht auf Bahnkonto zu setzen wäre.

Anlagekosten.

Die Gesamtkosten der Einrichtungen des elektrischen Betriebes der G. B. sind von der St. K. auf rd 50 Mill. M veranschlagt worden. Es wurden hierfür folgende Annahmen gemacht:

1. Die Leistungen des Betriebes müssen dem verstärkten Fahrplan entsprechen.
2. ein Kupfergrundpreis von 1,60 kg/M,
3. für den mechanischen Teil des Fahrparkes 1,20 M/kg,
4. für den elektrischen Teil des Fahrparkes 2,40 M/kg,
5. für nicht zur Elektrisierung gehörende Wagen 4,4 Mill. M,
6. Bauleitung und Bauzinsen rd 6% der Einzelbeträge,
7. für solche Anlagenteile, für die verbindliche Grundlagen von vornherein vorhanden waren, konnten, wie z. B. die Kosten der Kraftwerkseinrichtungen, in die Baukosten feste Werte eingesetzt werden.

Die Baukosten verteilen sich etwa wie folgt:

[1]) Hiervon elektrisch 26 t. [2]) Auf 10 ‰. [3]) Hiervon elektrisch 18 t.

	Von den Gesamtkosten der Elektrisierung
a) 3 Kraftwerke für den vollen Ausbau . . . . . rd	31 %
b) die Stromverteilungsanlagen vom Kraftwerk bis zu den Umformeranlagen . . . . . „	11,5%
c) Fahrdraht und Speiseleitungen „	15 %
d) Lokomotiven, Trieb- und Beiwagen . . . . . „	30 %
e) Wagenschuppen und Werkstätten . . . . . „	3 %
f) Änderungen und Erweiterungen der Schwachstromleitungen . „	5 %
g) Unvorhergesehenes . . . . . „	4,5%

Im einzelnen ergeben die sorgfältig aufgestellten Berechnungen folgende Schlußwerte:

a_1) Wasserbaulicher Teil einschl. Wasserfassung, Landerwerb, Zuleitstollen, Druck- und Verteilungsleitungen, Zufahrtstraßen und Maschinenhausbauten: rd 80% der Kraftwerkskosten,

a_2) Maschineller und elektrischer Teil, umfassend die Turbinen, Stromerzeuger, Transformatoren und Schaltanlagen einschl. Bauleitung: rd 20% der Kraftwerkanlagen,

b_1) Übertragungsleitungen: rd 77% der Verteilungsanlagen,

b_2) Unterwerke einschl. Bauleitungen: rd 23% der Verteilungsanlagen,

c_1) Fahr- und Speiseleitungen, Gleis- und Schienenverbinder auf den Strecken: rd 57% der Fahr- und Speiseleitungsanlagen,

c_2) Fahr- und Speiseleitungen, Gleis- und Schienenverbinder auf den Bahnhöfen: rd 31% der Fahr- und Speiseleitungsanlagen,

c_3) Besondere Anordnungen an Kunstbauten, in Tunnels, an Semaphoren u. dgl. einschl. Bauleitung: rd 12% der Fahr- und Speiseleitungsanlagen,

d) die Kosten der Betriebsmittel sind bereits oben im Text genau angegeben. Die Einzelheiten für

e), f), g) sind wegen ihrer Belanglosigkeit im Rahmen dieser großzügigen Betrachtung hier nicht besonders angegeben.

Es ist aber wissenswert, daß die Berechnungen der St. K. für einen Drehstrombetrieb für die gleichen Betriebsleistungen um etwa 10% höhere Einrichtungskosten verursachen würden als die oben genannten für Einphasenwechselstrom. Im einzelnen verteilen sich die Kosten bei einer 50 Per-Drehstro -anlage der G. B. wie folgt:

Kraftwerke rd 35,8% der Gesamtumbaukosten,

Stromverteilungsanlagen rd 9,6% der Gesamtumbaukosten,

Elektrische Betriebseinrichtungen wie: Fahrzeuge, Schwachstromanlagen und Unvorhergesehenes rd 45,6% der Gesamtumbaukosten,

Fahrparkvermehrung rd 9,0% der Gesamtumbaukosten.

Betriebskosten.

Die Betriebsausgaben des elektrischen Betriebes der G. B. bei Einphasen-Wechselstrombetrieb sind, für die in Zahlentafel 5, angegebenen Leistungen mit insgesamt 8,053 Mill. M im Jahre berechnet worden.

In diesem Betrage sind
71% unmittelbare und
29% mittelbare Ausgaben
enthalten.

Hingegen fehlen hiervon etwa 190 000 M als Abschreibung der entbehrlichen Dampflokomotiven. Werden auch diese Kosten dem elektrischen Betrieb angerechnet, dann ergeben sich folgende Einheitskosten:

für 1 tkm angehängtes Zuggewicht . . . . . 0,576 (0,704) Pf.
für 1 tkm gesamtes Zuggewicht . . . . . 0,456 (0,472) „ ,
für 1 Zugkm . . . . . 1,432 (1,680) M.

Die in Klammern beigesetzten Kosten entstanden im Jahre 1907 bei Dampfbetrieb. Es muß hierzu bemerkt werden, daß die damaligen Kohlenpreise jedenfalls niedriger waren, als sie nach durchgeführter Elektrisierung bei den stets steigenden Arbeitslöhnen sein werden. Es kommt auch noch hinzu, daß die Betriebskosten des elektrischen Betriebes im Laufe der Jahre mit den durchgeführten Abschreibungen, insbesondere der Wasserkraftanlagen, immer kleiner werden. Anderseits darf aber nicht außer Betracht gelassen werden, daß die niedrigeren Einheitskosten des elektrischen Betriebes z. T. von den höheren Leistungen herrühren.

Im einzelnen ist zu den Betriebsausgaben zu bemerken:

Die unmittelbaren Jahreskosten umfassen:

	Von den gesamten Betriebsausgaben
Personalausgaben ausschließlich derjenigen für die Kraftwerke in Höhe von	1,2%
Personalkosten für Wagenunterhaltung und zweimänniger Lokomotivbesetzung	16,2%
Personalkosten für Reinigung des Fahrparks	2,9%
Stromkosten einschließlich Personal	22,6%
Brennstoffe für die Verschiebelokomotiven	3,6%
dgl. für die Heizkessel der elektrischen Lokomotiven	0,6%
Schmier-, Reinigungs- und Beleuchtungsmittel für den Fahrpark .	2,0%
Unterhaltung und Erneuerung der Lokomotiven und Wagen	21,0%
Unterhaltung und Erneuerung der Leitungsanlagen	0,7%

Die mittelbaren Jahreskosten umfassen:

	Von den gesamten Betriebsausgaben
4% Verzinsung der gesamten Anschaffungskosten	20,1%
Abschreibung des Fahrparkes, der Leitungsanlage sowie der Schuppen- und Schwachstromanlagen	0,9%

Digitized by Google

	Von den gesamten Betriebsausgaben
Einlagen in den Erneuerungsfonds für Fahrzeuge und Leitungsanlagen .	5,9%
Abschreibung der entbehrlichen Dampflokomotiven	2,3%

Aus dieser Aufstellung ist zu entnehmen, daß die Stromkosten den größten Teil der Betriebsausgaben darstellen. Sie enthalten sämtliche persönlichen und sachlichen Ausgaben sowie Wasserpachtkosten und alle Zinsen dienste. Es sind darin die Kosten aller Leitungen und die Verluste in diesen bis zu den Hauptspeisepunkten in Rechnung gestellt.

Im einzelnen verteilen sich die Stromkosten wie folgt:

Persönliche Ausgaben	9,8%
Materialverbrauch einschl. laufende Unterhaltung und Instandsetzung	17,2%
Wassermieten, Versicherungen und Verschiedenes	11,3%
Verzinsung des Anlagekapitals . . .	48,0%
Einlagen in den Erneuerungsfonds .	13,7%

Auf Drängen der eidgenössischen Räte wurden im August 1913 die zur Elektrisierung der G. B. Erstfeld—Bellinzona vorab erforderlichen Mittel in Höhe von 30,80 Mill. M den S. B. B. bewilligt, aber ein Jahr später, d. h. bei Ausbruch des Weltkrieges war mit der Vergebung der Lieferungen noch nicht begonnen worden.

Von diesen Mitteln entfielen auf elektrische Zugförderung 14,00 Mill. M und für Kraftwerke und Werkstätten 16,8 Mill. M. Der vom Bundesrat genehmigte Voranschlag der Bundesbahnen hat für das Jahr 1915 eine erstmalige Ausgabe von 2,4 Mill. M vorgesehen, wovon auf das Kraftwerk Amsteg 0,88 Mill., auf Ritom 1,04 Mill. entfallen; der Rest von 0,48 Mill. M verteilt sich zu gleichen Teilen auf die Beschaffung von Probelokomotiven (erste Rate) und auf die Einrichtung von Versuchsstrecken. Im Jahre 1917 sollten weitere 7,60 Mill. M, 1918 sogar 10,80 Mill. M, 1919 noch 8,8 und 1920 der Rest mit 1,2 Mill. M verausgabt werden. Die Eröffnung des elektrischen Betriebes auf der Strecke Erstfeld—Bellinzona hätte demgemäß am 1. X. 1920 erfolgen können.

Obwohl das gegenwärtige Völkerringen eine erhebliche Steigerung der Arbeitslöhne und Baustoffpreise auch in der Schweiz verursacht hat, soll doch, wie der Verwaltungspräsident der schweizerischen Bundesbahnen in seinem Bericht vom Dezember 1916 besonders betonte, die Elektrisierung der G. B. nach Kräften gefördert werden[1]). —*le*—.

(Ein Nachtrag folgt.)

Die Elektrizitätsversorgung des Großherzogtums Baden.[2])

Unter dieser Überschrift ist in der „ETZ" 1918 auf S. 189 die Entschließung des Haushaltsausschusses der Ersten Badischen Kammer der Landstände abgedruckt. Dieser Entschließung, welche die Erste Kammer in der 14. öffentlichen Sitzung am 24. April d. J. einstimmig zu der ihrigen gemacht hat, stehen folgende — ebenfalls einstimmig gefaßten — Entschließungen der Zweiten Kammer in der 39. öffentlichen Sitzung vom 21. III. 1918 gegenüber:

„1. Die Haltung der Großh. Regierung in den bisherigen Verhandlungen mit dem Reiche und den Anliegerstaaten wird gebilligt.
2. Die Großh. Regierung wolle alle Mittel anwenden, um den einheitlichen Ausbau des Oberrheins von Straßburg bis Konstanz als Kraftquelle und Großschiffahrtsweg mit Beschleunigung zur Durchführung zu bringen.
3. Die Kräfte, welche auf den badischen Staat entfallen, sind von diesem für sich in Anspruch zu nehmen und zu verwerten.
4. Der Betrieb der auf den badischen Staat entfallenden Werke ist ebenso Sache des Staates wie der Vertrieb der gewonnenen Kraft. Das letztere kann der Staat auch durch Gesellschaften bewerkstelligen, die ganz mit staatlichem oder kommunalem Kapital finanziert sind.
5. Nachdem die Großh. Regierung erklärt hat, daß die endgültige Festlegung der Bedingungen für die Benutzung des Staatseigentums durch die Mittelbadische Bahn- und Elektrizitätsgesellschaft, A. G. in Karlsruhe, sowie eine endgültige Vereinbarung über den Bezug und die Verteilung des Murgstromes noch nicht vorliegen, ist die Kammer der Meinung, daß die Murgwasserkräfte durch den Staat oder solche Gesellschaften verwertet werden sollen, die ausschließlich mit staatlichen oder kommunalen Mitteln finanziert sind; sie ersucht deshalb die Großh. Regierung, davon abzusehen, mit der zu gründenden Mittelbadischen Bahn- und Elektrizitätsgesellschaft, A. G. in Karlsruhe, einen Vertrag über den Vertrieb der Elektrizität des Murgwerkes abzuschließen."

Hiernach besteht hinsichtlich der Punkte 1, 2 und 3 Übereinstimmung der beiden Kammern, in den Punkten 4 und 5 gehen die Ansichten auseinander.

Hinsichtlich des Punktes 4 bildet die von der Zweiten Kammer angenommene Entschließung eine grundsätzliche Abkehr von dem Standpunkt des Murgwerkgesetzes und des badischen Wassergesetzes vom 12. IV. 1913. Im Wassergesetz ist ausdrücklich vorgesehen, daß der Staat die Wasserkräfte teils selbst für eigene Veranstaltungen und Unternehmungen benutzen, teils durch Verleihung an andere — auch Private — zur Nutzung übertragen kann. Bei der Beratung des Murgwerkgesetzes ging man von dem Gesichtspunkt aus, daß der Staat das Werk und die Fernleitung für den 100 000 V-Strom bauen und betreiben soll, der Vertrieb der gewonnenen Kraft sollte durch den Staat, durch öffentliche Körperschaften oder durch Gesellschaften erfolgen. Um das Zustandekommen des Murgwerkgesetzes nicht zu gefährden, ist die Mitwirkung des Privatkapitals s. Zt. ausdrücklich vorgesehen worden. Auch der Wasserwirtschaftsrat hat damals ausgesprochen, daß der Staat nur solche Kräfte verwerten solle, die er selbst gebraucht, während die übrigen Kräfte an öffentliche Körperschaften oder Privatunternehmer abgegeben werden sollten.

Für die jetzige Haltung der Zweiten Kammer war der Gesichtspunkt maßgebend, daß der Staat die Elektrizitätsversorgung des Landes selbst in die Hand nehmen müsse, ebenso wie er in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, als noch kein Mensch an Staatsbahnen dachte, den Mut hatte, Staatsbahnen zu bauen. An der Möglichkeit der Aufbringung der Mittel besteht ebensowenig ein Zweifel wie an der Absetzung der gewonnenen Elektrizität, zumal letztere durch Ausnutzung der großen Oberrhein-Wasserkräfte wesentlich billiger hergestellt werden kann als durch die mit der verteuerten Kohle arbeitenden Großkraftwerke. Zu ungunsten der gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen wurde angeführt, daß sich hier zwei große Prinzipien gegenüberstehen, das eine ist die gemeinnützige Verwertung derartiger Werke, und das andere ist die Verwertung zum Zwecke des Erwerbs. Infolge des inneren Widerstreits müßten sich die beiden Prinzipien gegenseitig ausschließen. Die Hauptbefürchtung besteht aber in der Gefahr des Monopols der Privatgesellschaften.

Die Erste Kammer hat sich auf den Standpunkt gestellt, daß der Staatsbetrieb in gewissen Fällen seine Berechtigung habe, für bestimmte Unternehmungen, die kaufmännisch arbeiten müssen (Elektrizitätsverteilung), infolge der Langsamkeit der instanzenmäßigen Entschließungen und Verantwortlichkeiten aber ungeeignet sei. Neben den sonstigen, gegen einen Staatsbetrieb sprechenden Gründen war die Haltung der Ersten Kammer von der Furcht vor dem Staatssozialismus beeinflußt, die in folgenden — allerdings persönlichen — Worten des Berichterstatters zum Ausdruck kam:

„Meines Erachtens sollte die Erste Kammer grundsätzlich nicht die Hand bieten zum weiteren Ausbau eines staatlichen Kommunismus, wie er von der Sozialdemokratie von jeher angestrebt und durch den Krieg ohnehin weit genug gefördert worden ist. Die Entschließung des anderen Hohen Hauses bedeutet für mich einen weiteren verhängnisvollen Schritt auf dieser Bahn.

Der Staat als Großunternehmer ist sicher das schwierigste und gefährlichste Kapitel innerhalb des weiten Gebietes der neuzeitlichen Organisationsfragen in der Wirtschaftspolitik Deutschlands. Unter dem Druck der äußeren Verhältnisse ist der Staat in den letzten Jahren immer mehr zu einem das ganze Wirtschaftsleben beherrschenden Machtzentrum geworden. Freier Handel und freier Verkehr, privates Unternehmertum und private Konkurrenzmöglichkeit sind z. Zt. in unserem Erwerbsleben bis zu einem Grade ausgeschaltet worden, wie man es früher nicht für möglich gehalten, und wie die Sozialdemokratie selbst in ihren kühnsten Träumen so bald so weitgehend noch nicht erhofft hatte. Der von den Feinden gegen uns aufs schärfste und rücksichtsloseste durchgeführte Wirtschaftskrieg hat uns hierzu gezwungen, und es ist nicht auszudenken, wohin wir gekommen wären, wenn diese omnipotente staatliche Führug während des Krieges bei uns gefehlt oder versagt hätte.

Schon mehren sich aber die Stimmen, die den Staat auch nach dem Kriege auf diesem Wege weiter vorwärts drängen möchten. Der Gedanke des staatlichen Kommunismus oder Sozialismus fängt an, in immer weiteren Kreisen unseres Volkes Wurzel zu schlagen. Die Verstaatlichung der Bodenschätze und der Bodenerzeugnisse, eine ausgedehnte Monopolwirtschaft auf den verschiedensten Produktionsgebieten wird als unser Zukunftsprogramm aufgestellt und als alleiniges Heilmittel gepriesen gegen alle die Wunden, die uns der furchtbare Krieg auf fast allen Gebieten geschlagen hat."

Gegenüber den voneinander abweichenden Entschließungen hat der Staatsminister z. T. in der Zweiten Kammer, z. T. in der Ersten Kammer erklärt, daß er eine endgültige Stellungnahme der Regierung darüber, ob der Staat die am Oberrhein zu errichtenden Werke selbst bauen und betreiben und den Strom selbst vertreiben solle, für verfrüht halte. Zunächst müsse ein fertiger Plan, der die große Arbeit der Schiffbarmachung und der Kräfteerschließung für den Oberrhein im einzelnen darstellt, vorliegen. In der Zwischenzeit würde unter dem Einfluß der Kohlenpreise und der Fortschritte in der besseren Ausnutzung der Kohle der Kampf zwischen den Wasserkraftwerken und den Dampfkraftwerken eine andere Gestalt annehmen. Im übrigen bekannte sich der Minister nicht als Gegner des Staatsbetriebes, sondern erkannte vielmehr die Vorzüge des Staatsbetriebes vor dem Privatbetrieb bei teuren Preisen an. Anknüpfend an die obigen Bemerkungen über den staatlichen Kommunismus führte der Staatsminister folgendes aus:

„Ich kann nicht finden, daß der Staat die Bahn des Kommunismus beschreitet, wenn er die ihm gehörigen Wasserkräfte selber nutzbar macht und die Kräfte selber vertreibt. Er übernimmt damit die Versorgung der Bevölkerung mit einem wesentlichen Mittel für ihre ganze Erwerbstätigkeit, er versorgt die Industrie, er versorgt die Landwirtschaft, er versorgt jeden einzelnen Verbraucher mit Licht und Kraft. Es ist das eine Aufgabe, die an sich, glaube ich, für die Allgemeinheit durchaus nicht ungeeignet ist, und die an sich nicht die gefährliche Perspektive, die der Herr Berichterstatter glaubte eröffnen zu sollen, bietet."

Beim Punkt 5 handelt es sich darum, ob die Verteilung des Murgwerkstromes durch eine gemischt-wirtschaftliche Gesellschaft oder durch den Staat erfolgen soll. Bekanntlich ist die Gründung der Mittelbadischen Bahn- und Elektrizitätsgesellschaft in Karlsruhe („ETZ" 1917, S. 340) erfolgt, weil die Gemeinde- und Kreisverwaltungen es ablehnten, die Verteilung des Murgwerkstromes zu übernehmen. Die neuerdings hervorgetretenen Meinungsverschiedenheiten über die Verteilung des Stromes durch die neu gegründete Gesellschaft sind dadurch entstanden, daß die zum Abschluß reifen Verhandlungen zwischen der Regierung und der Gesellschaft im letzten Augenblick ins Stocken gerieten. Die Grundlagen der Vereinbarung bilden die „Bedingungen, unter welchen die Benutzung des Staatseigentums für die Stromverteilungsanlagen gestattet wird." In diesen Bedingungen sind Strompreise, Tarife usw. festgelegt und Musterverträge für die Lieferung elektrischer Energie an Gemeinden vorgesehen. Das Muster des Stromlieferungsvertrages A sieht vor, daß die Gemeinde das Ortsnetz herstellt und die von der Gesellschaft bezogene elektrische Energie an die Verbraucher weitergibt. Nach dem Stromlieferungsvertrag B übernimmt die Gesellschaft nicht nur die Herstellung des Ortsnetzes, sondern auch die Verteilung des Stromes innerhalb der Gemeinde und die Abgabe unmittelbar an die Verbraucher. Infolge der Erhöhung der Preise für Materialien und Arbeitslöhne haben sich die Voraussetzungen für eine gedeihliche Entwicklung des neuen Unternehmens vollständig verschoben. Um auf ihre Rechnung zu kom-

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 78.
[2]) Vgl. auch „ETZ" 1912, S. 775; 1913, S. 596; 1914, S. 301; 1916, S. 605; 1918, S. 189.

Digitized by Google

men, fordert die Gesellschaft die Gewährung von Mindesteinnahmen für Lampen (6 M für jede Lampe, mindestens aber 18 M jährlich) und Motoren (18 M für 1 PS), eine Pauschgebühr für die Straßenbeleuchtung (25 bis 80 M für 1 Lampe je nach der Kerzenstärke und der Brenndauer), Aufhebung der A-Verträge und einen Kapitalzuschuß von je 10 M auf den Kopf der Bevölkerung der angeschlossenen Gemeinden. Da 178 Gemeinden mit 265 000 Einwohnern angeschlossen werden sollen, handelt es sich mithin um einen Barzuschuß zum Bau der Mittelspannungsleitungen und der Ortsnetze in Höhe von 2,65 Mill. M. Im Laufe der mit der Gesellschaft geführten Verhandlungen hat dann auch die Regierung infolge der Erhöhung der Baukosten für das Murgwerk und die 100 000 V-Leitungen sich genötigt gesehen, den Verkaufspreis für die Kilowattstunde von 4 auf 4½ Pf zu erhöhen. Es liegen also von beiden Seiten Vorschläge auf Änderungen der Vertragsunterlagen vor.

Als Höchstpreis für die Kilowattstunde sollte angenommenermaßen der Verbraucher für Lichtstrom 40 Pf und für Kraftstrom 20 Pf entrichten. Die Zweite Kammer erblickt nun in den billigen Strompreisen (15 Pf/kWh) und der Festsetzung von Grundgebühren nur ein Lockmittel, das der Allgemeinheit die Sache schmackhafter machen soll. Durch die Grundgebühren würden hauptsächlich Landwirtschaft und kleine Haushaltungen belastet. Letzteren käme der Lichtstrom auf 80 bis 90 Pf/kWh zu stehen, was von einem Regierungsvertreter bestätigt wurde. Mittlere landwirtschaftliche und gewerbliche Betriebe müßten für Motoren von 2 bis 3 PS an Grundgebühren allein ebenso viel bezahlen, als sie früher für Beschaffung des Benzols aufgewandt haben. Durch die Aufhebung der A-Verträge würden nicht nur das Selbstbestimmungsrecht der Gemeinden, ob sie das Ortsnetz selbst herstellen und betreiben wollen, beschränkt, sondern auch die Gefahr des Installationsmonopols erhöht werden. Das größte Bedenken liegt aber in der Zahlung des Kapitalzuschusses. Wenn eine einmalige Gebühr nach der Kopfzahl zu zahlen ist, will man einen solchen Betrag (2,65 Mill. M) lieber dem Staat als einer Gesellschaft zukommen lassen. Bei der Mehrheit der Zweiten Kammer besteht die Neigung, die gesamte Elektrizitätsversorgung des Landes nach und nach als eine Aufgabe des Staates oder der öffentlichen Körperschaften aufzufassen, da die Erstellung des Murgwerkes nur den ersten Schritt auf einer neuen Bahn für den badischen Staat bedeutet, der auch s. Zt. als erster den Bau und Betrieb von Staatseisenbahnen in die Hand genommen hat.

Für die Stellungnahme der Ersten Kammer waren die zu Punkt 4 angeführten Erwägungen maßgebend. Sie will den Staatsbetrieb nicht so weitgehend durchgeführt wissen und die Privatwirtschaft nicht ausgeschaltet sehen. Beim Scheitern der Verhandlungen befürchtet die Erste Kammer ein gespanntes Verhältnis zwischen dem staatlichen Werk und den bei der Gesellschaft beteiligten Städten und Unternehmungen, zumal bei der Verteilung des Stromes, insbesondere bei den Spitzenleistungen und bei unvorhergesehenen Vorkommnissen, die Werke aufeinander angewiesen sind und sich gegenseitig aushelfen müssen. Hauptsächlich ist es aber die praktische und jedenfalls sehr beachtenswerte Erwägung, daß der zweckentsprechende Absatz des Murgwerkstromes in nächster Zeit, wo er am meisten gebraucht wird, in Frage gestellt wäre und viele Gemeinden, die schon längst auf die Elektrizitätsversorgung warten, weiter vertröstet werden müßten, nachdem die Verhandlungen so weit vorgeschritten sind und die Gesellschaft schon alle Vorbereitungen für den Stromabsatz getroffen hat. Die Erste Kammer legt einen so großen Wert auf die Beibehaltung des gemischt-wirtschaftlichen Systems, daß sie zu dessen Gunsten auf den Verzicht der A-Verträge bereit wäre. Diese Auslegungsweise der Entschließung hat der Vorsitzende des Haushaltsausschusses ausdrücklich mit den Worten bestätigt: „Wenn diese Erwartung nicht in Erfüllung geht hinsichtlich der A-Verträge, dann wird der Wunsch, zu dem gemischt-wirtschaftlichen System zurückzukehren oder dasselbe beizubehalten, aufrechterhalten." Eine Bedingung mit dem Wort „Erwartung" sollte also nicht ausgesprochen werden.

Auch bei diesem Punkt der Entschließung hat der Staatsminister eine vermittelnde Rolle eingenommen und sich das Recht eigener Entschließung vorbehalten, da es bei dem Vertragsabschluß sich um eine von der Entschließung der Kammer unabhängige Angelegenheit der Verwaltung handelt. Es wurde von dem Staatsminister aber anerkannt, daß die Stellung der Gesellschaft zu den Gemeinden bei dem Verzicht auf die A-Verträge eine andere wird als damals bei den Verhandlungen über das Murgwerk angenommen wurde. Da die Voraussetzungen zum Vertragsabschluß sich verschoben haben, kann der Staatsminister nicht finden, daß es gegen Treu und Glauben verstößt, wenn die Zweite Kammer der Ansicht ist, daß mit dem Zugeständnis zur Aufhebung der A-Verträge nicht zum Vertragsabschluß geschritten werden soll. Auch der von der Zweiten Kammer vertretene Gesichtspunkt, daß man die schweren Bedingungen lieber von dem Staat als von einer Gesellschaft gestellt sehen möchte, fand die Billigung des Staatsministers.

Es wird nun die Aufgabe der Regierung sein, einen den volkswirtschaftlichen Interessen des Landes dienenden Weg zu finden, um die Gebührenfrage unter Berücksichtigung der erhöhten Herstellungskosten zu regeln und die Gesellschaft von der Notwendigkeit der Beibehaltung der A-Verträge zu überzeugen. An dem Gelingen wird nicht gezweifelt. *Wz.*

Die Neuorganisation der englischen Board of Trade.[1])

Den unter der englischen Kaufmannschaft seit langem lebhaft zutage tretenden Bestrebungen zur Errichtung eines besonderen Handelsministeriums sucht die Regierung durch eine Neuorganisation des Board of Trade entgegenzukommen, die in ihren Umrissen alsbald durchgeführt werden soll. Über die Einzelheiten der Umgestaltung ist dem „Board of Trade Journal" vom 17. Januar folgendes zu entnehmen:

„Das Amt soll in zwei Abteilungen, das Departement of Commerce and Industry und das Departement of Public Services Administration, gegliedert werden. Den Aufgabenkreis der „Abteilung für Handel und Industrie" wird die Förderung des nationalen Handels und der Industrie und die Vermittelung von Anregungen und Nachrichten für diese bilden. Zu diesem Zweck ist die Einrichtung einer Reihe von Unterabteilungen beabsichtigt, die aber nicht starr gegeneinander abgegrenzt werden, sondern deren Leiter nach Möglichkeit untereinander ausgetauscht werden sollen. Die folgenden Unterabteilungen sind vorerst in Aussicht genommen:

1. Commercial Relations and Treaties (das jetzige Commercial Departement). Darunter fallen die Handelsverträge und -abmachungen und alle anderen Angelegenheiten, für die das Board of Trade zuständig ist, und bei denen Verhandlungen mit anderen Regierungen innerhalb oder außerhalb des britischen Reiches für den Schutz oder die Förderung britischer Handels- oder Schiffahrtsinteressen notwendig sind.

2. Overseas Trade (Development and Intelligence) Departement. Es ist die vom Handelsamt und vom Auswärtigen Amt gemeinsam geleitete Organisation, für den Handelsnachrichtendienst. Die Abteilung übernimmt auch die Arbeiten der früheren Amtsstelle für Ausstellungswesen im Board of Trade.

3. Industries and Manufacturers. Diese neue Abteilung dient zur Förderung und Festigung der heimischen Industrie; ihr fallen die Maßnahmen gegenüber Monopolbestrebungen und industriellen Zusammenschlüssen, wie gegenüber dem Eindringen ausländischen Einflusses und ferner die Förderung neuer Industrien zu.

4. Industrial Property. Diese Abteilung soll hauptsächlich aus dem bestehenden Patentamt gebildet werden, soll aber auch der Förderung von Erfindungen und dem Schutz der Handelswelt gegen die Ausnutzung von Monopolen dienen.

5. Industrial Power and Transport. Dieser neuen Abteilung fällt die wirtschaftliche Seite aller Transportfragen einschließlich der Schiffs-, Kanal-, Eisenbahnfrachten, der Durchfrachten für Bahn und See sowie der Abmachungen zwischen Schiffahrtsgesellschaften zu. Ebenso wird sie sich mit der Kraftversorgung für die Industrie, Erhaltung der Kohlen-, Petroleumvorräte u. dergl. befassen.

6. Statistics. Außer den Arbeiten des jetzigen Census of Production Office wird diese Abteilung die Sammlung und Ordnung der statistischen Erhebungen übernehmen, die bisher von den einzelnen Abteilungen des Board of Trade veranstaltet wurden.

7. General Economy Department. Diese neue wichtige Abteilung wird alle wichtigen Fragen der Wirtschaftpolitik bearbeiten, die wegen ihrer allgemeinen Natur oder wesie neu sind, über das Gebiet der Sonder abteilungen hinausgehen. Gerade in der nächsten Zukunft wird die Bearbeitung solcher Fragen besonders wichtig sein. Die Abteilung übernimmt die für den Krieg geschaffene Industrial (War Inquiries) Branch des Board of Trade, soweit deren Aufgaben nicht der statistischen Abteilung übertragen worden sind.

Neben dem Department of Commerce and Industry mit den hier aufgezählten 7 Unterabteilungen steht das Department of Public Services Administration, dessen Leitung aber hinter den erstgenannten Abteilungen im Range zurücksteht. Es umfaßt folgende Abteilungen:

1. Marine Department mit einer Unterabteilung zur Führung der Schiffsregister.

2. Railway Department, das gleichzeitig auch die Angelegenheiten erledigt, die Kanäle, Feldbahnen und Straßenbahnen betreffen.

3. Public Utilities and Harbours Department, dessen Entscheidungen alle Fragen unterliegen, die Häfen, Leuchtfeuer, Lotsenwesen, Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke, Münzen, Maße und Gewichte angehen.

4. Companies Department, das die Kontrolle über Aktiengesellschaften, Versicherungsgesellschaften und die vom Staate ernannten Liquidatoren ausübt.

5. Bankruptcy Department.

Außerdem besteht noch ein juristisches Bureau zur Erledigung aller reinen Rechtsfragen, eine Buchhalterei und ein Verwaltungsbureau.

Der Präsident des Board of Trade und die Berufs- und Parlamentssekretäre der beiden Departments werden regelmäßig zusammenkommen. Außerdem soll dem Department of Commerce and Industry ein Beirat zur Seite gestellt werden, in dem Handel und Industrie des Landes vollständig vertreten sind, und dessen Unterabteilungen sich häufig versammeln. Ferner ist beabsichtigt, für jede wichtige Industriegruppe einen besonderen Beirat zu bilden."

[1]) Abgedruckt aus „Wirtschaftlicher Nachrichtendienst der Deutscher Überseedienst G. m. b. H." 1918, Nr. 418

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Neuerungen im Bau von Fernsprech-Fernlinien in Frankreich.

[Journal Télégraphique, Bd. 41, S. 189.]

Die französische Telegraphenverwaltung hat das Bauzeug für stark belastete Fernsprechlinien, insbesondere für Fernlinien, nach den Vorschlägen von M. Lorain in den letzten Jahren einheitlich gestaltet[1]).

Die Querträger für Holzgestänge bestehen aus eisernen Rohren mit quadratischem Querschnitt von 45 mm Kantenlänge; die Wandstärke beträgt 2¾ oder 4¼ mm, die Länge bei einfachem Gestänge 1,35 m, bei doppeltem 3,10 m. An den Querträgern werden die geraden Isolatorenstützen aus Rundeisen mittels eines Ziehbandes befestigt; sie tragen 20 cm ober- und unterhalb der Mittellinie des Querträgers je einen Isolator; beide Isolatoren befinden sich senkrecht untereinander. Je zwei benachbarte Stützen erhalten einen Abstand von 40 cm, so daß eine Gruppe von 4 Leitungen entsteht, die auf den Ecken eines Quadrats von 40 cm Seitenlänge liegen. Die beiden Doppelleitungen, die aus den diagonal gegenüberliegenden Drähten gebildet werden, sind gegeneinander induktionsfrei und werden zum Doppelsprechen benutzt. Die einzelnen Viergruppen desselben Querträgers erhalten einen Abstand von 50 cm voneinander. Auf einem Querträger lassen sich bei Einfachgestänge 8 und bei Doppelgestänge 16 Leitungen anbringen. Die Querträger werden mittels Ziehbandes an einer Eisenplatte und letztere durch Schrauben, welche den Stamm durchbohren, an den Stangen befestigt. Die Querträger erhalten dabei einen gegenseitigen Abstand von 90 cm. An 8 m langen Stangen werden durchschnittlich bis zu 4, an 10 m langen Stangen bis zu 6 Querträger befestigt. Um die Leitungen jeder Vierergruppe gegen Mitsprechen aus den übrigen Leitungen zu schützen, werden sie derart verdrillt, daß die 4 Leitungen in bestimmten Abständen um 90°, z. B. in Uhrzeigerrichtung, versetzt werden. Die Abstände zwischen diesen Vierteldrehungen betragen bei der ersten Viergruppe des ersten und dritten Querträgers 250 m, bei der zweiten 500 m, bei

[1]) „Journ. Télégr.", Bd. 41, S. 26 und 49ff.

Digitized by Google

der dritten 750 m und bei der vierten 1000 m; am zweiten und vierten Querträger sind die entsprechenden Abstände 750, 1000, 250 und 500 m. Um die Gleichmäßigkeit des Parallelverlaufs noch mehr zu stören, unterdrückt man am dritten Querträger bei der Gruppe mit 1000 m Abstand der Drehungen alle 4 km, bei den übrigen Gruppen dieses Querträgers alle 3 km eine Vierteldrehung. An denselben Stellen bringt man bei den Leitungen des zweiten Querträgers an zwei aufeinander folgenden Stangen je eine Vierteldrehung, also eine mehr als gewöhnlich, an. Bei dem vierten Querträger geschieht letzteres alle 6 (8) km.

Bei den Dachgestängen bestehen die Stützpunkte aus eisernen Rohren von quadratischem Querschnitt mit 7 cm Kantenlänge und 4 mm Wandstärke. Die Querträger haben dieselbe Form wie bei den Holzgestängen, aber nur 35 mm Kantenlänge und durchweg $2^3/_4$ mm Wandstärke; sie haben eine Länge von 1,05 m bei einfachem und von 2,30 m bei doppeltem Gestänge. Die Stützen sind dieselben wie für Holzgestänge; die Abstände der Leitungen betragen aber nur 25 cm. Die Grundsätze für die Verdrillungen zum Schutz gegen Mitsprechen sind die gleichen wie bei Holzstangen.

Neuerdings wird nach den Angaben von Cauchie der Abstand der Leitungen einer Gruppe an Holzstangen von 40 auf 30 cm, derjenige der Querträger von 90 auf 60 cm verringert. Dadurch lassen sich an 8 m langen Stangen 6 statt bisher 4 Querträger und auf einem 3,10 m langen Querträger 20 statt 16 Leitungen anbringen, so daß die Aufnahmefähigkeit eines Doppelgestänges von 64 auf 120 Leitungen erhöht wird. Damit die Beanspruchung der Stangen bei dieser stärkeren Belastung nicht zu groß wird, hat man die Spannung der Leitungen verringert, also den Durchhang vergrößert. Man geht bei der Durchhangsermittlung jetzt von dem Grundsatz aus, daß bei — 20° C nach eine $3\,1/_2$-fache Sicherheit gegen Reißen bestehen soll. Da durch diese Maßnahmen die Gefahr von Drahtverschlingungen erhöht wird, ist man dazu übergegangen, die Spannweiten in gerader Linie von 60 auf 50 m und in Winkelpunkten von 40 auf 30 m zu verkleinern. Die angegebenen Regeln über Verdrillungen sollen schärfer als bisher durchgeführt werden. Zur Verringerung der schädlichen Dämpfung sollen Änderungen des Drahtdurchmessers durch Einfügung von Strecken mit schwächerer Leitung sowie streckenweise Verkabelungen nach Möglichkeit vermieden werden. Läßt sich die unterirdische Einführung von Fernleitungen in Städte nicht umgehen, so sollen Pupin- oder Krarupkabel verwendet werden. *Krt.*

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Radiotelegraphie.

[Journal Télégraphique, Bd. 42, S. 32.]

Die drahtlose Großstation der Marine der Vereinigten Staaten zu Pearl Harbour (Hawai) ist kürzlich eröffnet worden. Sie hat Telegramme gewechselt mit Washington, das ungefähr 8000 km entfernt ist.

Nach einer Nachricht der Auckland Weekly News, die durch „Electrical Review" wiedergegeben wird, werden von Nauen und anderen Plätzen in Deutschland zur Nachtzeit ausgesandte Zeichen von mehreren Stationen auf Neu-Seeland gehört, besonders in Awanui, wo offenbar die am besten ausgerüstete Station des Dominiums sich befindet. Die Entfernung zwischen Nauen und Awanui beträgt ungefähr 19 300 km. Die bemerkenswerten Ergebnisse sind der Verwendung des Ultraaudions von de Forest[1]) als Empfänger zu verdanken. *Rp.*

Unterwasserglocken- und funkentelegraphische Signaleinrichtung auf Fire-Island-Feuerschiff.

[„Hansa", dtsch. nautische Zeitschr., Bd. 54, S. 310.]

Eine bemerkenswerte Vereinigung einer Unterwasserglocken- und einer funkentelegraphischen Signaleinrichtung hat nach einem Bericht des „Hydrographic Bulletin" das Fire-Island-Feuerschiff in der Newyorker Hafeneinfahrt erhalten. Bei nebligem und unsichtigem Wetter signalisiert die Unterwasserglocke des Schiffes alle 40 s die Zahl 68 (6 Schläge, Pause, 8 Schläge). Kurz (etwa 0,5 s) nach dem ersten Schlage der Gruppe 6 beginnend gibt das Feuerschiff jedesmal eine Reihe funkentelegraphischer Zeichen. Werden auf einem die Signalstelle ansteuernden Schiffe beide Zeichenreihen gleichzeitig aufgenommen, so gibt die Zahl der vor dem ersten Glockenschlag gehörten funkentelegraphischen Zeichen die Anzahl der Seemeilen an, die zwischen Schiff und Signalstelle liegen. Die Reichweite wird durch die Hörgrenze des Unterwassersignal-Empfängers bestimmt, sie beträgt im Durchschnitt 6 bis 7 Seemeilen. *Rp.*

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 160.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Kommutation und Verluste in Eisenkollektoren.

[A. Lang. Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 35, S. 273.]

Wenn die Lamellen eines Eisenkollektors von Strom durchflossen werden, so ist das um sie herum erzeugte magnetische Feld wesentlich stärker als bei Kupferkollektoren. Sind die Lamellen lang genug, so trägt dieses Feld erheblich zur Steigerung der Stromwendespannung bei. Der Verfasser untersucht diesen Einfluß mit Hilfe angenäherter Rechnungen. Es ergibt sich für ein Beispiel, daß die gesamte magnetische Leitfähigkeit des Eisenkollektors sechsmal so groß ist wie die des Kupferkollektors, und daß die Stromwendespannung der mit ihm ausgestatteten Maschine etwa 8% größer ist als die der entsprechenden Maschine mit Kupferkollektor. Für die größte Maschine, für die die Verbandsnormalien noch einen Eisenkollektor zulassen, wird die Stromwendespannung etwa 35% größer als mit Kupferkollektor.

Da im allgemeinen die Stromwendespannung nur bei Maschinen mit großer Stromstärke erheblich größer wird, solche aber fast immer unter günstigen Stromwendeverhältnissen arbeiten, so ist die Vermehrung der Wendespannung zwar merklich, aber nie ernst gefährlich. Es empfiehlt sich, die Wendepolwicklung bei Maschinen mit Eisenkollektoren um 10 bis 15% zu verstärken.

Zu denjenigen Verlusten, die beim Kupferkollektor allein merklich sind, den Übergangs- und Reibungsverlusten, treten beim Eisenkollektor noch die Leitungsverluste in den Lamellen und die Wirbelstromverluste durch die Bewegung in seinem Felde dazu. Versuche haben ergeben, daß Übergangs- und Reibungsverluste nicht erheblich von den bei Kupferkollektoren bekannten Werten abweichen. Eine Überschlagsrechnung zeigt, daß die beiden anderen, neu hinzutretenden Verluste so gering sind, daß sie gut vernachlässigt werden können. *M. Sch.*

Schalter, Sicherungen und ähnliche Vorrichtungen.

Richtlinien über Herstellung und Auswechslung von Blitzableitern für die Dauer der Kriegsverhältnisse[1]).

Der vom Elektrotechnischen Verein, dem Verband Deutscher Elektrotechniker, dem Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, dem Berliner Architekten-Verein und dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern eingesetzte „Ausschuß für Blitzableiterbau" hat angesichts der Notwendigkeit, in der nächsten Zeit die größtenteils aus Kupfer gebauten und deshalb beschlagnahmten Blitzableiter zu ersetzen, folgende Richtlinien bekanntgegeben:

I. Herstellung einfacher Blitzableiter.

Allgemeines. Es ist unbedingt größter Wert darauf zu legen, daß sowohl an Material als an Arbeitszeit gespart wird. Dies wird erreicht

1. durch den Fortfall hoher Auffangstangen mit ihren kostspieligen und unnötigen Spitzen; einfache Eisenendigungen oder die vorhandenen vorspringenden und hochliegenden Metallteile genügen. Kupfer kann als Blitzableitungsmaterial gänzlich entbehrt werden, verzinktes Eisen ist gleichwertig. Der Querschnitt des Eisens soll bei unverzweigten Leitungen 100 mm², bei verzweigten Leitungen 50 mm² betragen.
2. In vielen Fällen können an Stelle einer Gebäudeblitzableitung aus Draht, Seil oder Band (künstliche Leitung), die am oder im Gebäude emporgehenden Metallteile, wie Abfallrohre, Wasser- und Gasleitungen u. dergl. (natürliche Leitung) treten.

   Hierbei sind Metalldächer, Firstbleche, Regenrinnen, Eisenkonstruktionen und andere ausgedehnte Metallteile in den Leitungsweg einzubeziehen.
3. Zur Erdung sind die Gebäudeleitungen mit den Wasser- und Gasleitungen zu verbinden.

[1]) Diese Richtlinien sind von der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin SW 11, Königgrätzer Straße 106, zu beziehen. Der Preis einschl. Porto beträgt 10 Pf für 1 Stück, 20 Pf für 5, 35 Pf für 10 Stück und 3 Pf das Stück bei größeren Mengen.

Ausführung.

Gebäudeleitung. Es ist eine Firstleitung zu legen, die sich über den ganzen First erstreckt, und die an den Giebeln und Schornsteinen emporgeführte Leitungsstücke oder andere Auffangvorrichtungen erhält.

Die besonders zu legende Firstleitung erübrigt sich, wenn ein kräftiges zusammenhängendes Firstblech oder ein Blechdach oder ähnliche Metallteile vorhanden sind.

Von der Firstleitung sind zwei oder mehr Ableitungen herzustellen; als solche können dienen: Wasser- und Gasrohre, Heiz- und Dampfrohre, Abfallrohre oder gleichwertige Metallteile (natürliche Leitungen), oder es sind künstliche Ableitungen herzustellen. Die natürlichen Leitungen sind an ihren höchstgelegenen Punkten (bei Wasser- und Gasrohren der Steigleitung) mit der Firstleitung zu verbinden.

Abfallrohre, Heizrohre, Dampfrohre, Dachrinnen, First-, Kehl- und Gratbleche sowie sonstige als natürliche Leitungen zu verwendende Metallteile müssen zusammenhängen und in gutem Zustand erhalten werden. Bei zu geringem Querschnitt oder fehlenden Verbindungen sind Ergänzungen anzubringen. Metallteile größerer Erstreckung, die einer künstlichen oder natürlichen Blitzableitung nahekommen, sollen möglichst mit dieser leitend verbunden werden.

Bodenleitung. Wenn die Wasser- oder Gasleitung als eine Ableitung dient, so kann die zweite Ableitung zur Erdung ebenfalls an die Rohrleitung angeschlossen werden. Der Anschluß erfolgt dann im Keller, nahe der Außenwand oder außerhalb des Gebäudes an die Zuleitungs- oder die Straßenrohre.

Wird die Wasser- oder Gasleitung nicht als Ableitung verwendet, oder ist das Gebäude nicht angeschlossen, so müssen die Ableitungen gleichfalls im Keller oder außerhalb des Gebäudes mit den Rohren verbunden werden.

Fehlen Wasser- und Gasleitungen, so ist künstlich durch langgestreckte Leitungen zu erden. Diese Leitungen werden entweder neben dem Gebäude möglichst als Ringleitung oder strahlenförmig gelegt. Ihr Querschnitt soll 50 mm² betragen, und sie sollen etwa 30 bis 40 cm tief in den Boden (Humusboden zu bevorzugen) eingebettet sein. Brunnen (Rohr-, Schacht-, Drainagebrunnen u. ähnl.) und dauernd feuchte Stellen, hochliegendes Grundwasser, Teiche, Bäche, Jauchegruben u. ähnl. können einzeln oder gemeinsam als Erdung dienen und sind mit einer etwaigen Bodenleitung zu verbinden. Kann die Erdung nicht in vorstehender Weise ausgeführt werden, so ist das Grundwasser zu erbohren.

Für den Anschluß der Blitzableiter an Wasser- und Gasleitungsrohre sind die von Baurat Dr.-Ing. Scheelhase, Frankfurt a. M. auf Veranlassung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern entworfenen Richtlinien[1]) zugrunde zu legen.

Sonderausführungen. Für Gebäude mit gefährlichem oder besonders wertvollem Inhalt ist die Anlage vollkommener zu gestalten. Es sind dann über alle Teile des Firstes, nicht nur den Hauptfirst, Leitungen zu führen, und mehr als zwei Ableitungen vorzusehen.

Werden die Blitzableiter aneinander stossender oder nahe beieinander stehender Gebäude gruppenweise zusammengefaßt, so kann an Leitungen gespart werden.

Allgemein wird auf die Leitsätze und Ausführungsvorschläge des Verbandes Deutscher Elektrotechniker[2]) verwiesen. Darin sind auch Angaben über Sonderfälle, wie Kirchen, Windmühlen, flache Dächer, strohgedeckte Gebäude und anderes enthalten.

II. Auswechslung.

Bei der Auswechslung kupferner Blitzableiter sind außer den vorstehend unter I. gegebenen folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Kupferleitungen sind in erster Linie durch natürliche Leitungen (Wasser- und Gasrohre, Heizrohre, Dampfrohre, Abfallrohre, Dachrinnen, Metalldächer, First-, Grat- und Kehlbleche, Schneefänger, Kiesleisten, Eisenkonstruktionen u. dergl.) zu ersetzen, wobei schwache Metallquerschnitte und Lücken zu ergänzen sind. Wo keine natürlichen Leitungswege vorhanden, sind Eisenleitungen (Band 25×2 mm, 7- oder 10-drähtiges Seil von 50 mm² neu zu legen.

Nur das Notwendigste ist zu ersetzen. Ergänzungsarbeiten sind auf später zu verschieben, denn auch eine unvollkommene Blitzableiteranlage gewährt Schutz.

[1]) Zu beziehen von der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins zum Preise von 50 Pf für das Stück einschl. Porto.

[2]) Zu beziehen von derselben Stelle zum Preise von 35 Pf für das Stück einschl. Porto.

Digitized by Google

Statt der Auffangstangen können Schornsteinaufsätze, Windfahnen, Zierknaufe oder aufgebogene Leitungsenden verwendet werden.

Kupferne Erdplatten, deren Herausnahme mit keinem zu hohen Aufwand verbunden ist, sind möglichst durch Wasser- und Gasrohre zu ersetzen.

Gleichzeitig mit dem Abnehmen der Leitungen ist entweder an natürliche Leitungen anzuschließen, oder es ist die künstliche Ersatzleitung von demselben Arbeiter, tunlichst unter Verwendung der alten Halter, zu legen,

Meßgeräte und Meßverfahren.

Eine neue Methode der direkten Analyse von Wechselströmen.

[A. Roth. Dissertation Techn. Hochschule Berlin[1]).]

In der Einleitung bespricht der Verfasser die drei bekannten Verfahren zur Auswertung der Oberschwingungen: 1. die Aufnahme der Kurve nach irgend einem Verfahren und nachfolgender mathematischer Analyse, 2. die experimentelle Analyse nach Des Coudres, und 3. die experimentelle Analyse durch Resonanz. Alle diese Methoden haben schwerwiegende Nachteile. Der Verfasser machte es sich zur Aufgabe, ein Instrument zu konstruieren, das bei einfachster Handhabung die Amplituden der Oberwellen direkt anzeigt, und das speziell auch an Strom- und Spannungswandler angeschlossen werden kann.

Das von Roth entwickelte Instrument ist ein Dynamometer mit zwei festen Spulen: Der Summenstrom der beiden Ströme in diesen Spulen ist bei entsprechender Wahl der Eigenfrequenz dieser Kreise gegen den Strom in der beweglichen Spule um 90 verschoben, u. zw. für alle Wellen mit Ausnahme der zu messenden Oberwelle, für die der $\cos \varphi = 1$ gemacht wird. Der Ausschlag ist alsdann proportional dem Quadrat der Effektivspannung der Oberwelle. Die Methode ist weiter so ausgebildet, daß die Messung in Prozenten der Grundwelle erfolgt. Eine Verzerrung der zu untersuchenden Kurvenform durch den Apparat tritt nicht auf.

Die Verwendung von Doppelkreisen (System von zwei parallel geschalteten Schwingungskreisen mit verschiedener Eigenfrequenz) statt einfachem Kreis in Reihe mit der beweglichen Spule ermöglicht Messungen auch bei Abweichungen der Periodenzahl von ihrem normalen Wert.

Unter Verwendung eines besonders gewickelten, kleinen Stromwandlers kann das gleiche Instrumnent auch zur Stromanalyse verwandt werden.

Das Instrument hat die äußeren Abmessungen des Siemensschen Wattmeters für Transformatorenanschluß, muß jedoch zur Erhöhung der Empfindlichkeit mit Fadenaufhängung ausgeführt werden. Auch nehmen naturgemäß die zur Messung der verschiedenen Oberschwingungen benötigten Doppelkreise einen verhältnismäßig großen Raum in Anspruch.

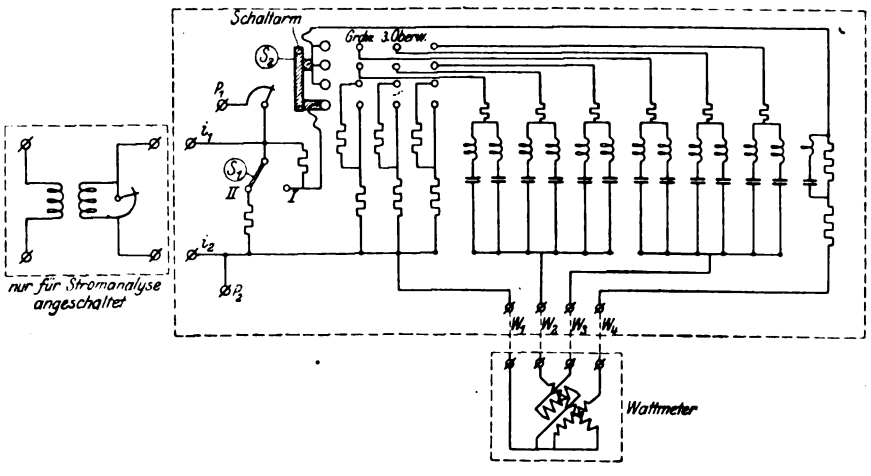


Abb. 1. Schaltung des Rothschen Analysators, durchgebildet für Messung von 2 Oberwellen.

Abb. 1 zeigt das Schaltungsschema, durchgebildet für Messung von zwei Oberwellen. Für Messung weiterer Oberwellen sind gleiche Elemente hinzuzufügen. Schalter S 2 dient zur Wahl der Welle, Schalter S 1 zur Wahl des Meßbereiches.

Mit dem Instrument können Oberwellen bis herunter zu 1% der Grundwelle analysiert werden. Hierbei ist die Genauigkeit 1/3 des Eigenwertes, nimmt dann aber schnell zu bis zur normalen Genauigkeit von technischen Meßinstrumenten mit Fadenaufhängung. An Einfachheit und bequemer Handhabung übertrifft die neue Methode die eingangs erwähnten älteren Verfahren. *fa.*

[1]) Abgedruckt im „Archiv für Elektrotechnik", Bd. 6, Heft 10 u. 11. (Verlag von Julius Springer, Berlin.)

Anwendung der Elektrizität und Strahlungen in der Medizin.

Einfluß der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre auf die Leitfähigkeit des menschlichen Körpers.

[P. B. Huber, Schweizerische Elektrotechn. Zeitschr. 1918, Heft 2.]

Der Verfasser hat auf Veranlassung von Müller in Zürich gleichlaufend die Leitfähigkeit der Atmosphäre nach der Zerstreuungsmethode mit einem Wulfschen Elektrometer bestimmt und die Stromstärke bei Einschaltung des menschlichen Körpers und eines galvanischen Elements von 1 bis 1,1 V Spannung in den Kreis eines Spiegelgalvanometers. Als Elektroden dienten Glasröge mit Zinkstreifen und Kochsalzwasser, in welche die Versuchspersonen die Hände eintauchten[1]). Versuchspersonen waren junge Leute von 14 bis 15 Jahren. Es zeigte sich, daß die Stromstärke nicht nur nach körperlichen und geistigen Anstrengungen stark schwankte, sondern auch auf jede „Zerstreuung" hin: diese Erscheinung ist, was der Verfasser nicht besonders erwähnt, als „psychogalvanisches Reflexphänomen" bekannt (Müller, Veraguth u. a.) und neuerdings gründlich erforscht. Wegen dieser Schwankungen wurden die Messungen immer in ganz ruhigem Zustande zur gleichen Tageszeit gemacht und ungeeignete Versuchspersonen ausgeschaltet.

Das Ergebnis, welches durch Berechnung der Mittelwerte gefunden und vom Verfasser in Gestalt von Kurven dargestellt ist, lautet dahin, daß die Leitfähigkeit der Atmosphäre und diejenige des Körpers — also der reziproke (scheinbare. D. Ber.) Widerstand — an „ruhigen" Tagen auffallend parallel gehen. Abweichungen dieses Parallelismus zeigten sich hauptsächlich an Föhn- und Gewittertagen. An solchen, auch bei Schneefall, und einmal bei Fieberzustand des Untersuchten hat der Verfasser auch beobachtet, daß der von Minute zu Minute registrierte Galvanometerausschlag zunahm oder unregelmäßige Schwankungen zeigte, während er gewöhnlich erst steiler, dann allmählicher zu dem nach etwa 15 Minuten erreichten Endstand abfällt. Der Verfasser hat auch einen Gegenstrom des Körpers, „der den Batteriestrom schwächen muß wie ein Polarisationsstrom", (offenbar nach Ausschalten der Stromquelle) beobachten können, den er als Ursache des normalen Abfalls bzw. der abnormen Zunahme ansieht. In der Tat ist, was dem Verfasser unbekannt zu sein scheint, „Polarisationswirkung" lebender Gebilde schon seit vielen Jahren von den Elektrophysiologen angenommen worden. Neuestens ist sie sogar von Gildemeister[2]) und seinen Mitarbeitern sicher nachgewiesen und als Ursache von Schwankungen des Körperwiderstandes, sowie des oben erwähnten „psychogalvanischen Phänomens" — durch Nervenerregung erzeugte Schwankung der Polarisierbarkeit der Hautdrüsenzellen — sichergestellt worden (siehe Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. 149, 1912, S. 389 und Bd. 162, 1915, S. 489). Wenn der Verfasser also sagt, daß die nähere Erklärung seiner Beobachtungen Sache der Physiologen sein dürfte, so kann diese Erklärung nur so lauten, daß die Polarisierbarkeit vor allem der Haut durch die gleichen Wettereinflüsse verändert wird, die die Leitfähigkeit der Atmosphäre beeinflussen. Der Verfasser hat unstreitig das Verdienst, einen interessanten Beitrag zur Lehre von den geophysischen Einflüssen auf den Menschen, die mit Recht die Aufmerksamkeit der Mediziner und Psychologen (Hellpach u. a.) immer mehr auf sich lenken, geliefert zu haben. Boruttau.

[1]) Diese Zusammenstellung ist nicht unpolarisierbar noch gleichartig und muß bei Wiederholung der Versuche dahin abgeändert werden, daß der vorher gut amalgamierte Zinkstreifen in eine mit konzentrierter Zinksulfatlösung gefüllte Thonzelle eintaucht, welche in dem Salzwassertrog steht! Der Ber.

[2]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 139.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe]

Haftung von Geschäftsleuten, insbesondere Banken, für Kreditauskünfte.

Das Reichsgericht hat in neuester Zeit zu dieser Frage zwei Entscheidungen von grundsätzlicher Bedeutung erlassen.

a) Zunächst hat das Reichsgericht die Regreßklage eines Gläubigers gegen ein Bankhaus auf Ersatz des bei dem Konkurse eines Schuldners erlittenen Schadens abgewiesen. Die Klage war darauf gestützt, daß der Gläubiger auf Grund der Antwort des Bankhauses auf das Ersuchen um möglichst eingehende Auskunft, ob man der Firma G. in M., die bei dem betr. Bankhause Wechsel domizilierte, Warenkredite in Höhe von 30 000 M gegen Vier- und Sechsmonatsakzepte in Ruhe gewähren könne, diese Firma für kreditwürdig gehalten habe. Die Auskunft lautete: „Der Angefragte ist ein solider tätiger Geschäftsmann, dessen eigenes Vermögen auf rd 80 000 M geschätzt wird. Er erzielt große Umsätze und ist bestrebt, in seinem Geschäft vorwärtszukommen. Wir haben die Beobachtung gemacht, daß der Firma entsprechende Warenkredite, die sich im Rahmen ihres Geschäftes bewegen, gewährt werden." Der Kläger stützte seine Regreßklage auf § 826 BGB. Bei der Bestätigung der untergerichtlichen Urteile, welche die Klage abwiesen mangels Nachweises, daß der Beklagten bei Erteilung der Auskunft Vorsatz oder Arglist im Sinne des § 823 BGB., § 263 StrGB. oder des § 826 BGB. zur Last falle, führt das Reichsgericht aus: „Eine Bank ist keine Auskunftei. Es hat sich im Geschäftsverkehr nur die Gepflogenheit herausgebildet, daß die Banken im Interesse ihrer Kundschaft über sie Auskunft erteilen. Wegen dieser Übung würde Ablehnung einer Auskunft für den Kunden höchst nachteilig sein. Ihre geschäftlichen Beziehungen zu den Kunden brauchen und dürfen die Banken ohne seine Zustimmung nicht offenbaren. Die Bank, die sich in einer schwierigen Stellung befindet, sofern der Kunde, wie vielfach der Fall ist, ohne zureichende eigenen Mittel mit fremdem Gelde arbeitet, erfüllt die Pflicht, die sie durch die Erteilung der Auskunft übernimmt; wenn sie wissentlich nichts Unwahres berichtet, keine irreführenden Angaben macht, und keine ihr bekannten Tatsachen verschweigt, die geeignet sind, die Kreditwürdigkeit des Kunden zu erschüttern. Die Banken sind, wo die Sachlage es erfordert, bestrebt, sich behutsam und zurückhaltend zu äußern. Damit muß der Anfragende rechnen. Seine Aufgabe ist es, die Auskunft sorgfältig auf das, was sie sagt, und worüber sie schweigt, zu prüfen. Hier hat Kläger auf die Hauptfrage, ob er dem G. in Ruhe 30 000 M Kredit geben könne, überhaupt keine Antwort erhalten. Über dessen Vermögensstand und die Höhe der ihm bewilligten Kredite wird nichts Sicheres bezeugt. Was mitgeteilt wird, war nach Feststellung des BG. nicht unrichtig. Die Unvollständigkeit und Unbestimmtheit der Auskunft war deutlich erkennbar, und die Beklagte durfte erwarten, daß dem Kläger die Lücken nicht entgehen könnten. Der Kläger hat aber jede Rückfrage unterlassen und sich bei der Unvollständigkeit der Auskunft in den wesentlichen Punkten beschieden." Weiter verneint das Reichsgericht auch die Frage, ob Beklagte wider die guten Sitten verstieß, weil sie davon schwieg, daß sie als Sicherheit für den von ihr gewährten Kredit sich die Buchforderungen des G. hatte abtreten lassen und diese Außenstände mit 80% belieh. Schuldner waren zumeist erste Firmen. Zahlung erfolgte ohne Schwierigkeit. Beklagte durfte daher die Abtretung der Forderungen nach den Verhältnissen des Falles irgend einer anderen Sicherheit gleichstellen. Daß eine Bank einem Kunden in der Regel keinen größeren Kredit ohne Sicherheit einräumt, weiß jeder Geschäftsmann. So wenig die Beklagte ein Vorwurf treffen könnte, wenn G. ihr eine andere Sicherheit bestellt und sie in der Auskunft nichts davon erwähnt hätte, ebensowenig

Digitized by Google

kann sie der Arglist bezichtigt werden, weil sie von den Abtretungen geschwiegen hat. (RG. VI. Ziv.-Sen., Nr. 240/16 vom 30. X. 1916; „J. W.", 1917, S. 36[3].)

b) Das Reichsgericht hat gleichzeitig in einem anderen Falle entschieden, daß die hier festgelegten Grundsätze sich nicht ändern und eine noch weitgehendere Haftungsentlastung nicht eintritt durch Freizeichnungs-Vorbehalte wie „ohne jede Verbindlichkeit". Eine Bank hatte eine falsche Auskunft über die Kreditwürdigkeit einer Maschinenfabrik D. gegeben auf Anfrage eines Lieferanten, welcher nach eingeholter Kreditauskunft Kredit gewährte und zu Schaden kam. Der erteilten Auskunft war der Vermerk vorangestellt: „Streng vertraulich und ohne jede Verbindlichkeit geben wir nachstehende Auskunft". Die Auskunft enthielt ein Urteil des Filialleiters der Bank über die Kreditwürdigkeit des D. Das BG. hat festgestellt, daß der Filialleiter mit Bewußtsein dieses Urteil abgegeben hat, von dessen Richtigkeit er nicht überzeugt war. Das bewußt ohne Überzeugung ausgesprochene Urteil ist als vorsätzlich, das leichtfertig gewonnene und ausgesprochene Urteil als fahrlässig zu kennzeichnen. Deshalb wurde die Bank zur Schadenshaftung verurteilt. Der oben erwähnte Vorbehalt „ohne jede Verbindlichkeit", beigefügt den Auskünften eines großen und angesehenen Bankunternehmens, kann von dem Empfänger nach Treu und Glauben nur dahin verstanden werden, daß die Bank sich gegen den Vorwurf fahrlässiger, selbst grob fahrlässiger Benutzung unzuverlässiger Quellen oder nachlässiger Prüfung der Verhältnisse des Angefragten schützen wolle. Dagegen werde der Vermerk nicht dahin verstanden, daß der die Auskunft verantwortlich zeichnende verfassungsmäßige Vertreter und Filialleiter der Bank sich vorbehalten wolle, daß die Bank auch dann nicht hafte, wenn er die Auskunft selbst arglistig falsch erteile, um den Anfragenden zum Nutzen der Bank zu schädigen. (RG. VI. Ziv.-Sen., Nr. 234/16 vom 30. X. 1916, „J. W.", Bd. 17, S. 34[1].)

Was von Auskünften der Banken sich hieraus ergibt, dürfte analog anzuwenden sein auf Kredit- und ähnliche Auskünfte auch anderer Unternehmen des Handels und der Industrie. Allerdings ist zu beachten, daß der geschäftliche Verkehr zwischen der Bank und ihren Kunden ein etwas anders gestalteter in intimere Beziehungen eindringender ist als der geschäftliche Verkehr anderer merkantiler oder industrieller Unternehmen. Hieraus können im Einzelfall sich andere Schlußfolgerungen ergeben. Ganz allgemein werden aber die Rechtsgrundsätze zu gelten haben, die sich aus den wiedergegebenen Entscheidungen ergeben.

Haftung des Auskunftgebers bei wissentlichen Unwahrheiten, irreführenden Angaben, Verschweigung ihm bekannter, für den Kunden, wegen dessen angefragt ist, ungünstiger Tatsachen. Keine Verpflichtung zu vollständiger und bestimmter Auskunftserteilung, wofern nur dadurch keine Irreführung erfolgt, sondern die Unvollständigkeit und Unbestimmtheit der Auskunft dem Empfänger deutlich erkennbar bleibt.

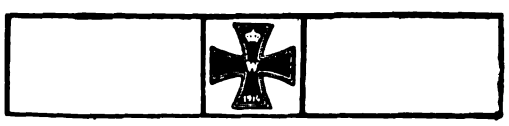
Prüfungspflicht des Auskunftempfängers auf Unvollständigkeit und Unbestimmtheit. Unterlassung von Rückfrage bei erkennbar unvollständiger und unbestimmter Auskunft bleibt dem Auskunftsempfänger zur Last.

Hieraus möchte ich meinerseits weiter bei Rückfragen eine Verpflichtung des Auskunftgebers dahin folgern, die Rückfrage entweder klar zu beantworten oder ihre Beantwortung abzulehnen. Ausweichende Antwort kann je nach Sachlage als Irreführung ausgelegt werden.

Als Freizeichnungsklauseln von der obigen Haftung können Bemerkungen „ohne Verbindlichkeit" usw. regelmäßig nicht angesehen werden, sondern nur als Vorbehalt unzuverlässigen Quellenmaterials oder gewisser Prüfungsfehler. *C.*

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)



Von unseren Fachgenossen starben den Heldentod fürs Vaterland:[1])

J. Neubürger, Leiter des Bureaus Magdeburg der Brown Boveri & Cie. A. G. und Oberleutnant bei einer Feldfliegerabteilung.

H. Samuelson, Korvettenkapitän a. D. und Mitinhaber der Firma Ahrens & Samuelson, Bremen.

Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:

Neubert, Oberingenieur und Leutnant der Landwehr (Eisernes Kreuz I. Kl.).

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602; 1918, S. 19, 59, 80, 99, 22, 159, 191, 270.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der Einfluß der Isolatorenketten auf die Beanspruchung und den Durchhang im Spannfelde.

Auf S. 438 der „ETZ" 1918 ist ein kurzer Bericht über die von KRZYZANOWSKI verfaßte Arbeit erschienen, der in bezug auf die Einstellung der Isolatorenkette eine Berichtigung enthält. Diese Berichtigung bringt jedoch keine befriedigende Klärung über die Berechnung des Einstellungswinkels β der Kette, der in manchen Fällen von nicht unwesentlichem Belang sein kann.

Wird der Festwert der Gesamtspannweite mit A bezeichnet, dann wird die Spannweite der Leitung $x_2 = A - 2\,l_1 \cos\beta$. Der in dem Berichte angeschriebene Ausdruck für ctg β wird

$$\operatorname{ctg}\beta = \frac{2P}{G_k + (A - 2\,l_1\cos\beta)\,g_0} \quad . \quad . \quad (1$$

g_0 = das Gewicht der Leitung mit Zusatzlast in kg/m.

Wird Gl. (1) nach $\cos\beta = x$ gesetzt entwickelt, dann erhält man die Gleichung

$$a x^4 - b x^3 + c x^2 = d \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

in der, wenn $G_k + A\,g_0 = B$ gesetzt wird, die Festwerte wie folgt einzusetzen sind:

$a = 4\,l_1^2 g_0$, $b = 4\,B\,l_1\,g_0$, $c = 4\,P^2 + B^2$ und $d = 4\,P^2$.

Die rechnerische Ermittlung von $x = \cos\beta$ ist durch Probieren mit dem Rechenschieber leicht durchzuführen, wenn die Gl. (2) auf die Form

$$x^2\,(x^2\,a - x\,b + c) = d \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2a$$

gebracht wird und für $\cos\beta = x$, die sich aus Gl. (1) ergebenden Grenzwerte für β beachtet werden, die zu erhalten sind, wenn im Nenner der Gl. (1) für $\cos\beta$ einmal 1, das andere Mal 0 gesetzt wird.

Die Gl. (1) nach $\cos\beta$ aufzulösen, empfiehlt sich bei größeren Einstellwinkeln β. Bei kleinen Einstellwinkeln β empfiehlt es sich, die Gl. (1) nach $\operatorname{tg}\beta = x$ gesetzt aufzulösen. Die Gl. (1) erhält dann die Form:

$$a x^4 - b x^3 + c x^2 - b x = d \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

in der die Festwerte wie folgt einzusetzen sind:

$a = 4\,P^2$, $b = 4\,P\,B$, $c = 4\,P^2 + B^2$ und $d = 4\,l_1^2\,g_0^2 - B^2$.

Zur leichteren, rechnerischen Ermittlung von $\operatorname{tg}\beta = x$ kann Gl. (3) in die Form

$$x^2\,(x^2\,a - x\,b) + x\,(x\,c - b) = d \quad . \quad . \quad (3a$$

gebracht werden.

Die bei der Berechnung von KRZYZANOWSKI gemachte Annahme der Starrheit der Isolatorenketten kann wohl für alle praktisch vorkommenden Fälle als zulässig erkannt werden.

Wien, 7. V. 1918. Wilhelm Wittek.

Hierzu schreibt uns unser Berichter:

Der Vorwurf des Herrn WITTEK über die ungenügende Klärung des Einstellungswinkels β der Ketten dürfte nicht berechtigt sein, da der Verfasser es nicht als seine Aufgabe erachtet hat, einen bestimmten Gang für die Lösung der Gleichung, sondern nur einen Fingerzeig für die Aufstellung der Gleichung anzugeben.

Die Behauptung, daß die Annahme der Starrheit der Ketten selbst bei 2 m Länge für die vorkommenden Fälle als zulässig betrachtet werden kann, ist zu kühn. Solange nicht theoretische Untersuchungen oder wenigstens praktische Versuche vorliegen, kann über die obige Annahme kein bestimmtes Urteil gefällt werden. Der Verfasser wird daher, soweit es bei den augenblicklichen Kriegsverhältnissen möglich ist, zunächst Versuche mit langen Ketten unternehmen und später darauf zurückkommen. *Gk.*

Streuung des Lichtes als Mittel zur Verringerung der Flächenhelle.

In seinem Vortrag in der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft vom 15. IX. 1917 führt Herr Dr.-Ing. N. A. HALBERTSMA auch die Bestrebungen (Ångström, Sumpner) an, einen analytischen Ausdruck für die Indikatrix zu gewinnen; diese Bemühungen haben eine beachtenswerte Seite: An Zeit und Kosten würde gespart werden können gegenüber den graphischen Methoden (Lichtverteilungskurve, Rousseau- bzw. Lichtstromdiagramm), und die Veröffentlichung von Lichtverteilungskurven wäre — zum Nutzen des Studiums von Beleuchtungsproblemen — sehr erleichtert.

Ein analytischer Ausdruck für die Indikatrix der Diffusion läßt sich[1]) gewinnen in der Form:

$$J = J_0 + J_2\cos 2\alpha + J_4\cos 4\alpha + J_6\cos 6\alpha + J_8\cos 8\alpha,$$

aus welcher dann das Streuvermögen für unvollkommene Diffusion folgt mit

$$\sigma = \frac{2\pi J_\sigma}{\pi J_{max.}} = 2\,\frac{J_0 - \frac{1}{1.3}J_2 - \frac{1}{3.5}J_4 - \frac{1}{5.7}J_6 - \frac{1}{7.9}J_8}{J_0 + J_2 + J_4 + J_6 + J_8}.$$

So schreibt sich z. B. die Gleichung der Indikatrix für beiderseitig mattiertes Glas, aus dem Lichtstromdiagramm[2]) auf S. 229 „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1918 bestimmt,

$$J = 22{,}5 + 34{,}8\cos 2\alpha + 19{,}9\cos 4\alpha + 11\cos 6\alpha + 5{,}87\cos 8\alpha,$$

und es wird

$$\sigma = 0{,}194;$$

für die Genauigkeit ist die schätzungsweise Abnahme der Lichtstärken aus dem erwähnten Lichtstromdiagramm maßgebend gewesen.

Wien, 1. VI. 1918. J. Ondracek.

[1]) J. Ondracek, „Analyse achsial-symmetrischer Lichtquellen der Außenbeleuchtung". „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1918, S. 77 u. 136.

[2]) Dr.-Ing. N. A. Halbertsma, „Die Streuung (Diffusion) des Lichtes und ihre Kennzeichnung". „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1918, S. 225.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrizitätszähler, Zähler-Prüfung und Zähler-Eicheinrichtungen. I. Teil. Von J. Schmidt. Mit 220 Abb. u. 2 Tafeln. VI u. 212 S. in 8°. Verlag von W. Moeser. Berlin 1917. Preis 5 M.

Das Buch ist nach dem Vorwort des Verlegers aus einer z. T. in der „Elektrotechnischen Rundschau" erschienenen Aufsatzreihe hervorgegangen und soll den in der Praxis stehenden Ingenieuren, Technikern, Installateuren und Zählermechanikern über alles Interessierende erschöpfenden Aufschluß geben. Es soll nach Ansicht des Verlegers eine fühlbare Lücke in der sonst so reichhaltigen elektrotechnischen Literatur beseitigen. Ein Vorwort des Verfassers fehlt.

Eine Lücke in der beschreibenden Literatur über Elektrizitätszähler, die durch dieses Buch ausgefüllt wird, bestand nicht. Zum Beispiel die Bücher von Möllinger, Königswerter und das von Ziegenberg sind ungleich ausführlicher und erschöpfender, allerdings auch wesentlich teurer.

Recht anregend geschrieben ist der erste historische Teil des Buches über die konstruktive Entwicklung der Elektrizitätszähler, wiewohl auch hier wie besonders in den beiden anderen Abteilungen des Buches über moderne Normal- und Spezial-Zählerkonstruktionen häufig kritiklos Angaben aus Drucksachen der betr. Firmen wörtlich wiedergegeben sind, so z. B. S. 84 die Hypothese, daß Silberoxyd nahezu den gleichen Leitungskoeffizienten hat wie reines Silber. Der größte Teil des Buchinhalts, auch die Abbildungen, sind solchen Drucksachen entnommen. Mehrfach sind Abbildungen nahezu identisch, wie z. B. die Schaltskizzen Abb. 34 und 39 oder die Lagerausführungen Abb. 62 und 70, von welchen letztere durch ein Versehen der Setzerei auf dem Kopfe steht. Erschöpfend ist das Buch auch insofern nicht, als viele Konstruktionen, selbst solche sehr großer Firmen, überhaupt nicht erwähnt sind.

Das Urteil über das Buch kann man dahin zusammenfassen: Es ist nicht teuer, liest sich

Digitized by Google

ganz nett und hat recht hübsche Abbildungen. Es ist zu hoffen, daß der später erscheinende Teil II auch weitergehende Ansprüche erfüllt.
John Busch.

Elektrochemie I. Theoretische Elektrochemie und ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Von Dr. Heinrich Danneel. Bd. 252 der Sammlung Göschen. 3. Auflage. Mit 16 Abb. 186 S. in kl. 8°. G. J. Göschensche Verlagshandlung G. m. b. H. Berlin und Leipzig 1916. Preis geb. 0,90 M.

Das kleine Werk verdient seine Beliebtheit, weil es wissenschaftliche Strenge mit klarer Darstellung vereint. In der neuen Auflage brauchte der Verfasser nur wenig zu ändern. Genaueres Zusehen zeigt, daß er einige kleine Ausstellungen, welche bei der Besprechung der vorigen Auflage gemacht wurden, berücksichtigt hat. In der Einleitung hat ein kurzer Einschub Platz gefunden, welcher die Begriffe Energie und Arbeit gegeneinander abgrenzt. Auf S. 169 ist der neueste Wert für das elektrochemische Äquivalent des Silbers eingesetzt worden, 107,93 g gegen früher 107,88 g.

In dem langen Literaturverzeichnis am Schlusse könnten eine Reihe veralteter und weniger wichtiger Bücher fortbleiben, dagegen das ausgezeichnete „Elektrochemische Praktikum" von Erich Müller, Dresden 1913, genannt werden.
K. Arndt.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Die Akkumulatoren für Elektrizität. Von Reg.-Rat Dr. R. Albrecht. 2. neubearbeitete Auflage. Mit 56 Abb. 122 S. in 16°. Verlag von G. J. Göschen. Berlin und Leipzig 1918. Preis 1,25 M.

Einführung in die Funkentelegraphie. 1. Teil: Physikalische Grundlagen der Funkentelegraphie. Von Dr. A. Deckert. Mit 95 Abb. VI u. 117 S. in 16°. Verlag der J. Kösel'schen Buchhandlung. Kempten und München 1918. Preis geb. 1,20 M.

Gleichstrom und Wechselstrom auf mechanischer Grundlage. Von Dr. A. Deckert. Mit 18 Abb. 33 S. in 16°. Verlag der J. Kösel'schen Buchhandlung. Kempten und München 1918. Preis 0.30 M.

Strömungen einer reibungsfreien Flüssigkeit bei Rotation fester Körper. Beiträge zur Turbinentheorie von W. Kucharski. Mit 61 Abb. 147 S. in 8°. Verlag von R. Oldenbourg. München und Berlin 1918. Preis 5,70 M.

Projektionslehre. Die rechtwinklige Parallelprojektion und ihre Anwendung auf die Darstellung technischer Gebilde nebst einem Anhang über die schiefwinklige Parallelprojektion in kurzer, leicht faßlicher Behandlung für Selbstunterricht und Schulgebrauch. Von A. Schudeisky. Nr. 564 der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt". Mit 208 Abb. V und 83 S. in 16°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1918. Preis geb. 1,50 M.

Differentialrechnung unter Berücksichtigung der praktischen Anwendung in der Technik mit zahlreichen Beispielen und Aufgaben versehen. Von Dr. M. Lindow. Nr. 387 der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt". 2. Aufl. Mit 45 Abb., 161 Aufgaben. VI und 96 S. in 16°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1918. Preis geb. 1,50 M.

Sonderabdrucke.

Dr. Bültemann. Leiter und Nichtleiter der Elektrizität. „Helios" 1918. Nr. 18 u. 19.

K. Klein. Neuere Einrichtungen für den Kesselbetrieb von Dampfkraftwerken. „El. Kraftbetr. u. Bahnen", Bd. 16, 1918, Heft 14.

K. Klein. Die Geltung des Konzessions- und Tarifvertrages bei wesentlicher Veränderung seiner wirtschaftlichen Grundlagen. „Das Elektrizitätswerk", Bd. 6, 1918, Nr. 3/4.

Doktordissertationen.

G. Spackler. Wirkung und Ausführung der Unterseile. Technische Hochschule. Berlin 1918.

J. Gwosdz. Über die Zersetzung von Wasserdampf an glühender Kohle. Technische Hochschule. Berlin 1917.

H. Grisebach. Das polnische Bauernhaus. Technische Hochschule. Berlin 1917.

Fr. Gehrts. Über das Reflexionsvermögen einiger Lösungen im ultraroten Spektrum. Friedrich-Wilhelms-Universität. Berlin 1918.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Accumulatoren-Fabrik A. G., Berlin-Hagen i. W.[1]) Nach dem Bericht über das 28. Geschäftsjahr 1917 betrugen der Gewinn nach Absetzung der Handlungs- und Betriebsunkosten 3,560 Mill. M (3,722 i.V.) und die Zinsen 0,780 Mill. M (0,714 i.V.). Nach Abschreibungen in Höhe von 0,122 Mill. M (0,070 i.V.) und Abzug von 0,686 Mill. M Steuern (0,532 i.V.) verbleibt einschließlich Vortrag ein Reingewinn von 3,539 Mill. M (3,871 i.V.), von dem 25% Dividende (wie i.V.) auf 12 Mill. M gezahlt werden. Der Aufsichtsrat erhält 0,252 Mill. M (wie i.V.), der Dispositionsfonds 0,1 Mill. M (wie i.V.), der Unterstützungsfonds 0,15 Mill. M (0,5 i.V.), und es werden 25 294 M (6868 i.V.) vorgetragen. Die mit 65,108 Mill. M (48,027 i.V.) abschließende Bilanz bewertet Grundstücke und Gebäude mit 7,015 Mill. M (6,472 i.V.), Kasse und Wechsel mit 0,164 Mill. M (0,152 i.V.), Beteiligungen und Effekten mit 17,231 Mill. M (12,885 i.V.), Kautionen mit 0,401 Mill. M (0,404 i.V.), Waren mit 11,506 Mill. M (6,457 i.V.), Bankguthaben mit 7,994 Mill. M (11,550 i.V.). Schuldnern mit 20,797 Mill. M (10,105 i.V. stehen Gläubiger mit 12,098 Mill. M (4,936 i.V.) gegenüber. — *z.*

A. G. „Columbus" für elektrische Unternehmungen, Glarus. Nach dem Bericht über das 4. Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 2,633 Mill. Fr (2,081 i.V.), der Reingewinn 1,427 Mill. Fr (1,246 i.V.). Es werden 7% Dividende für 6 Monate auf 7,5 Mill. M neue Aktien und 5½% auf 16 bzw. 4 Mill. Fr verteilt. Von dem auf 40 Mill. Fr erhöhten Aktienkapital sind 27,5 Mill. Fr eingezahlt.

Julius Pintsch A. G., Berlin[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen der Fabrikationsgewinn 9,859 Mill. M (9,878 i.V.), die Gesamteinnahmen 10,315 Mill. M (10,232 i.V.) und der Reingewinn ohne Vortrag 2,564 Mill. M (1,878 i.V.). Es werden 14% Dividende (10% i.V.) auf 18 Mill. M gezahlt.

Außenhandel.

Die norwegischen Aus- und Durchfuhrverbote. Die norwegische Regierung hat die im Laufe des Krieges von ihr erlassenen Aus- und Durchfuhrverbote nach dem Stande vom 8. II. 1918 zusammengestellt. Soweit diese Bestimmungen für die Elektrotechnik Interesse haben, sind sie nachstehend abgedruckt.

1. Die Ausfuhr von Waren nach dem Ausland darf nur zugelassen werden, wenn der Zollverwaltung eine Erklärung abgegeben wird über den Ursprung der Ware und gegebenenfalls darüber, wann und von wem die Ware eingeführt worden ist.

2. Die obige Erklärung ist von dem Ausführer abzugeben. Ausgenommen sind Fälle, in denen die auszuführende Ware im fertigen Zustand von einem anderen eingeführt worden ist, der in solchen Fällen die Erklärung abzugeben hat. Ist die Ware ganz oder teilweise in Norwegen unter Verwendung von eingeführten Rohstoffen oder Hilfsmitteln hergestellt, so hat der zuständige Hersteller ebenfalls eine Erklärung nach Ziffer 1 abzugeben.

Wegen der Durchfuhr von Waren, deren Ausfuhr verboten ist, hat das Landwirtschaftsdepartement auf Grund von § 5 des Gesetzes vom 18. VIII. 1914 bis auf weiteres bestimmt, daß aus dem Ausland nach Norwegen eingebrachte Waren, die an einen ausländischen Platz konsigniert sind, ohne besondere Erlaubnis weiter versandt werden dürfen. Ausländische Waren indessen, die an einen norwegischen Platz konsigniert sind, dürfen nur mit Genehmigung des zuständigen Departements ausgeführt werden, auch wenn die Waren zu Weiterversendung bestimmt sind.

Anträge auf Befreiung von den Ausfuhrverboten sind dem zuständigen Departement einzureichen und müssen enthalten: die Zollstelle, über welche die Waren ausgeführt werden sollen, den Bestimmungsort im Ausland (möglichst Name und Wohnort des Empfängers), genaue Einzelangaben über Beschaffenheit und Gewicht der Waren sowie eine ausführliche Begründung des Antrags.

Unter das norwegische Ausfuhrverbot fallen, soweit die Elektrotechnik in Frage kommt, nachstehende Waren, die nach Möglichkeit in Übereinstimmung mit dem Zolltarif aufgeführt sind.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 560.
[2]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 372.

Tarif-Nr.	Warengattung	Inkrafttreten des Verbots
125	Trockenelemente aller Art .	26. XI. 1914
129	Kohleelektroden	1. V. 1917
	Elektrodenkohle	
	Elektrodenabfälle	
131	Kohlen für Scheinwerfer und Bogenlampen	18. XII. 1914
217 bis 220	Balatawaren und Guttaperchawaren	28. V. 1917
	Kautschukwaren	29. II. 1916
393	Elektrische Maschinenanlagen jeder Art, mit Ausnahme solcher, die norwegisches Erzeugnis und von einem Ursprungsnachweis begleitet sind, vorausgesetzt, daß diese nicht aus Rohstoffen, deren Ausfuhr verboten ist, gearbeitet sind	26. II. 1915
	Elektromagnetische Zündapparate für Motoren, . .	16. IV. 1915
	Apparate und Instrumente für medizinischen, chirurgischen, tierärztlichen und zahnärztlichen Gebrauch sowie für Krankenpflege überhaupt	17. III. 1915
479 bis 482	Gewalzter Draht, gezogener Draht aus Kupfer oder Kupferlegierungen.	
480, 482, 126	Draht aus Kupfer oder Kuplegierungen, gedreht zu Seilen oder Kabeln ohne Isolierung, mit Mantel versehen, mit oder ohne Armierung, überzogen mit Isoliermaterial jeder Art.	

Firmenverzeichnis.

Münchener Elektrizitäts - Gesellschaft Schmelzle, Lehmann & Co., G. m. b. H., München. Gegenstand: Erwerb und Fortführung des von Friedrich Steurer als Alleininhaber unter obigem Namen betriebenen Geschäfts einschl. Fabrikation und Handel von bzw. mit elektrischen Maschinen und Bedarfsartikeln. Beteiligung an gleichen oder ähnlichen Unternehmungen. Stammkapital: 30 000 M. Geschäftsführer: F. Steurer, K. Winkler, München.

Kaiser & Co. Labes G. m. b. H., Labes. Gegenstand: Erwerb, weiterer Ausbau und Betrieb des dem Ingenieur Kaiser, Prützenow, gehörigen Elektrizitätswerks Prützenow-Labes. Vertrieb von elektrotechnischen Artikeln, Ausführung elektrischer Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen sowie alle hiermit in Zusammenhang stehenden Geschäfte. Stammkapital: 55 000 M. Geschäftsführer: R. Kaiser, Ingenieur, Prützenow.

Neu Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft. Roggow A. (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Dorf Gr. Stepenitz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100).

Verschiedene Nachrichten.

Zusammenschluß von Telephongesellschaften in Schweden[1]). Die Verwaltungen von Stockholms Allm. Telefonaktiebolag und A. B. L. M. Ericsson & Co. haben den Zusammenschluß beider Gesellschaften zu einem großen Unternehmen beschlossen, das den Namen „Allmänna Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson" tragen und mit einem Mindestkapital von 60 Mill. Kr ausgestattet sein wird. Sofort nach Gründung der neuen Gesellschaft wird das Aktienkapital um weitere 12,3 Mill. Kr erhöht werden.

Frankl & Kirchner, Elektrotechnisches Installationsbüro, Mannheim (Inhaber G. W. Kirchner und C. Spannagel) begingen am 1. Juli die Feier des 25-jährigen Bestehens der Firma, die aus der Firma L. Frankl (gegr. 1886) hervorgegangen ist.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 252.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 12. Wer liefert Einrichtungen zur Herstellung emaillierter Kupfer- und Aluminiumdrähte?

Abschluß des Heftes: 14. Juli 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Lehmann in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 25. Juli 1918.** **Heft 30.**

Die Elektrisierung der Gotthard-Bahn.

[Nachtrag zu S. 287.]

Die Einphasen-Lokomotive der Gotthardbahn und eine neue Lokomotive der Maschinenfabrik Oerlikon.

Von Prof. **Hugo Studer**, Zürich.

Die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen (S. B. B.), hat bei den drei schweizerischen Lokomotivfirmen im Mai 1917 4 Probelokomotiven für die Gotthardbahn (G. B.) in Auftrag gegeben, welche sich z. Zt. im Bau befinden und in wenigen Monaten zur Ablieferung gelangen. Es war s. Zt. beabsichtigt, diese Lokomotiven vorerst auf der Strecke Scherzligen—Brig (84 km) der Berner Alpenbahn-Gesellschaft Bern—Lötschberg—Simplon (B. L. S.) zu erproben und in den dortigen Dienst zu geben. Unterdessen ist die Elektrisierung der Anschlußstrecke Scherzligen—Bern (32 km) beschlossen und begonnen worden[1]), so daß diese Lokomotiven alsdann auf einer 116 km langen Strecke zusammen mit den 14 Lötschberg-Lokomotiven den elektrischen Betrieb zu besorgen haben werden. Unterdessen hat die Generaldirektion der S. B. B. sich entschlossen, den drei schweizerischen Lokomotivbaufirmen weitere 20 Lokomotiven in Auftrag zu geben, welche in der zweiten Hälfte von 1919 zur Ablieferung zu gelangen haben und als erster Lokomotivpark für den Dienst am Gotthard bestimmt sind.

Daneben sollen in den nächsten Monaten Versuche mit Einzelantrieben, über welche schon 1917 in der „Schweiz. Bauzeitung" berichtet worden, durchgeführt werden. Es dürfte nun wertvoll sein, einige nähere Angaben über die eingangs genannten Probelokomotiven, wie diejenigen des G. B.-Parkes zu geben, ohne dabei heute schon auf die Einzelheiten einzugehen.

Die leitenden Organe der S. B. B. haben vorläufig für den Gotthard 3 Lokomotivarten in Aussicht genommen. Eine kleinere Schnellzuglokomotive, eine größere Schnellzuglokomotive und eine Güterzuglokomotive, wobei unter bestimmten Bedingungen die eine für die andere einspringen können soll. Die gestellten Leistungsbedingungen sind folgende:

a) Für die Schnellzuglokomotiven in 24 h und 15 m Mindestumschlagszeit an den Endpunkten 3 Hin- und Herfahrten Luzern—Chiasso mit 430 t Anhängegewicht, unter Vorspann einer Schnellzuglokomotive der kleineren Art auf den Rampen von über 21‰ Steigung. Für die Fahrt Chiasso—Bellinzona ohne Vorspann darf das Anhängegewicht auf 350 t verringert werden. Die Rampen von 26‰ Steigung sollen mit 215 t mit der kleinen bzw. 300 t Anhängegewicht mit der großen Lokomotive bei 50 km/h Geschwindigkeit befahren werden können. Höchste Geschwindigkeit 75 km/h.

b) Für die Güterzuglokomotive sind in 24 h 2 Hin- und Herfahrten Goldau—Chiasso mit 860 t Anhängegewicht bei Schub durch eine zweite Güterzuglokomotive auf den Rampen von über 21‰ Steigung verlangt. Für die Fahrt Chiasso—Bellinzona mit einer dieser Lokomotiven wird das Anhängegewicht auf 625 t verringert. Auf den Rampen von 26‰ sollen 430 t Last mit 35 km/h befördert werden. Höchste Geschwindigkeit 65 km/h.

Die Lokomotiven müssen Gleiskrümmungen von 180 m und Weichenkrümmungen von 114 m Halbmesser befahren.

Die zulässigen Drücke wurden für die Laufachsen zu mindestens 12 t und höchstens 16 t und für die Treibachsen zu 18 t festgesetzt. Bei der Güterzuglokomotive wurden für die beiden Mittelachsen 19 t, bei 2 m Abstand untereinander, zulässig erklärt, wenn die Achsdrucke der beiden Endachsen entsprechend nur je 17 t betragen. Das Gewicht f. d. lfd. m soll 7 t nicht überschreiten. Die Lokomotiven müssen auf der Talfahrt wenigstens ihr eigenes Gewicht selbst abbremsen.

Die auf Grund dieser Bedingungen und Beratungen bestellten und im Bau befindlichen 4 Probelokomotiven seien durch Skizzen und einige Angaben kurz erläutert.

1. Kleine Schnellzuglokomotive 1-C-1 (Abb. 1),

geliefert von der Maschinenfabrik Oerlikon (M. F. O.) für den elektrischen Teil und von der Lokomotivfabrik Winterthur für den mechanischen Teil.

Wie aus der Abbildung hervorgeht, handelt es sich um eine Lokomotive von 13,5 m Gesamtlänge in symmetrischem Aufbau von ganz ähnlicher Anordnung, wie diejenige der großen Lötschberg-Lokomotiven[1]), jedoch statt wie dort 5 Kuppelachsen, mit nur deren drei. Die 3 Motoren sind Oerlikoner kompensierte Einphasen-Reihenschlußmotoren, 12-polig, von je 245 kW (am Rad), mit phasenverschobenen Hilfsfeldern. Sie sind im Lokomotivmittel untereinander verbunden, auf dem Rahmen gelagert und übertragen durch beiderseitig angeordnete gefederte Zahnräder (1 : 2,34) die Kraft auf die zugehörigen 2 Blindwellen, die mittels Kurbeldreieck mit Schlitz und Kuppelstangen die Übertragung auf die 3 Treibachsen in ganz gleicher Weise vollziehen, wie bei den großen Lötschberg-Lokomotiven. Über den Motoren sind die elektropneumatisch betätigten Fahrtwender, der Deckenventilator und die Widerstände angeordnet. Beiderseitig an die Treibmotoren schließen sich die Trockentransformatoren mit aufgebauten Stufenfahrschaltern und die Hauptschalter, Luftpumpen usw. an. Die beiden Führerstände befinden sich direkt an den Stirnwänden. Die Normalzugkraft beträgt 8900 kg, die höchste 13 500 kg. Die Stundenleistung 1200 kW, alles am Rad gemessen. Normale Geschwindigkeit 50 km/h, höchste 75 km/h. Das Gesamtgewicht wird, einschließlich elektrischer Bremseinrichtung, rd 90 t betragen.

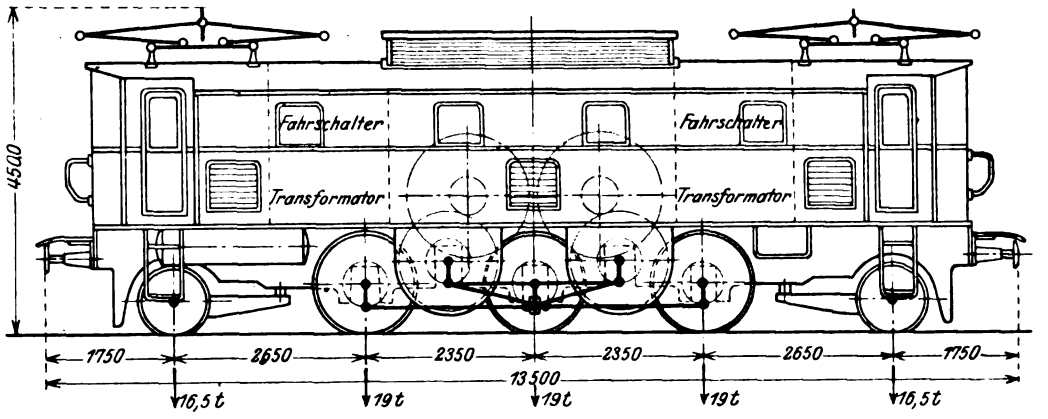


Abb. 1. Kleine Schnellzuglokomotive 1 C 1 (Oerlikon und Winterthur).

2. Große Schnellzuglokomotive 1-B+B-1 (Abb. 2),

geliefert von der M. F. O. für den elektrischen Teil und von der Lokomotivfabrik Winterthur für den mechanischen Teil. Die Abbildung gibt die allgemeine Anordnung dieser 106 t schweren Drehgestell-Lokomotive von 16,2 m Länge. Je 2 Motoren von je 410 kW (am Rad), 10-polig, im übrigen ähnlicher Bauart wie bei der 1-C-1-Lokomotive, sind miteinander verbunden, zwischen die 2 Treibachsen jedes Drehgestells verhältnismäßig tief gelagert eingebaut und übertragen mittels beiderseitiger gemeinsamer und gefederter Zahnräder über eine Blindwelle und Schlitzstange die Triebkraft auf die Treibräder. In dem auf den Drehgestellen ruhenden und auf die ganze Länge reichenden Wagenkasten, ist in der Mitte der Öltransformator mit den zugehörigen Stufenschaltern und dem Deckenventilator aufgestellt, während die Hilfsmaschinen (Luftpumpe und Umformer) in den niederen Vorbauten der Lokomotivenden untergebracht sind.

Die Führerstände sind also etwas gegen die Lokomotivenden zurückgesetzt. Elektrisch ist durch den einzelnen Transformator eine große Vereinfachung erzielt, dafür aber ist ein schwererer Tragrahmen für den Wagenkasten nicht zu vermeiden. Die Normalzugkraft beträgt 12 000 kg, höchstens 18 000 kg. Die Normalleistung 1660 kW, alles am Rad gemessen, bei 50 km/h normaler und 75 km/h höchster Geschwindigkeit.

Bei diesen beiden Lokomotiven ist die Steuerung in ähnlicher Weise wie bei den Lötschberg-Lokomotiven, durchgebildet, jedoch ist die Betätigung der Stufenschalter der 1-C-1-Lokomotive elektropneumatisch vorgesehen, und es ist die Zahl der Schaltstufen auf 23 vermehrt worden, so daß ein günstiges Anfahren und feineres Einstellen in den normalen Fahrstellungen möglich ist. Durch Verwendung der zwangsläufigen Wechselschaltung der 2 Stufenfahrschalter bei Anschalten und Synchronschaltung beim Abschalten ist einerseits eine Vermehrung der Transformatoranzapfungen

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 78.

[1]) Vgl. „ETZ" 1913, S. 1275, 1311, 1340; 1916, S. 591.

Digitized by Google

vermieden und anderseits die rasche Abschaltbarkeit erreicht. Die beiden Lokomotiven erhalten Ausrüstung für Kupplung ihrer Steuerung, so daß also mit sogenannter Vielfachsteuerung durch einen Führer, beide Lokomotiven (z. B. am Berg) gesteuert werden können.

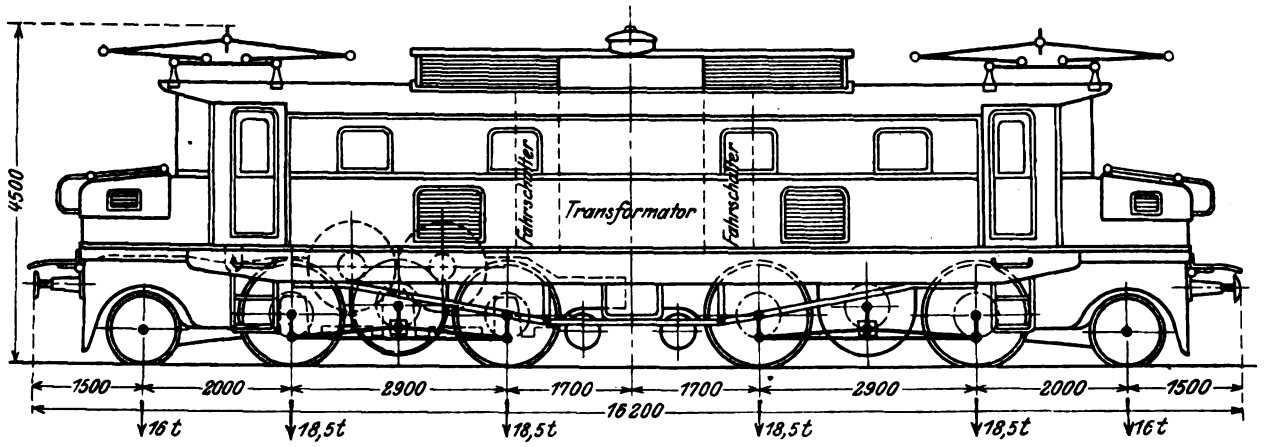


Abb. 2. Große Schnellzuglokomotive 1 *B* + *B* 1 (Oerlikon und Winterthur).

3. Große Schnellzuglokomotive 1-*B B*-1, geliefert von der A.G. Brown, Boveri & Cie. (B. B. C.) in Baden und der Lokomotivfabrik Winterthur. Diese hat die gleichen Bedingungen und Leistungen zu erfüllen und ist in der allgemeinen Anordnung ähnlich der vorgenannten Lokomotive. Die Führerstände befinden sich jedoch im Gegensatz zu Abb. 2 an den Lokomotivenden.

4. Güterzuglokomotive *C* + *C* (Abb. 3), geliefert von der B. B. C. und der Lokomotivfabrik Winterthur. Diese 16,5 m lange Lokomotive hat 2 dreiachsige Drehgestelle; in jedem Drehgestell ist ein Motorpaar zwischen der zweiten und dritten Achse gelagert, das mit gemeinsamen beiderseitigen und gefederten Zahnrädern und Blindwelle mittels Schubstange die Triebkraft auf das Gestänge überträgt. Die Antriebsanordnung entspricht also der ersten Lötschbergbahn-Lokomotive (Nr. 121)[1]), wobei allerdings, statt je eines Motors, ein Motorpaar getreten und die Drehgestelle unter sich vertauscht sind. Die Zugkraft dieser Lokomotive beträgt normal 16000 kg, höchstens 24000 kg, und die Leistung 1500 kW, alles am Rad gemessen. Die Geschwindigkeit ist 35 km/h normal und 65 km/h höchstens. Das Gewicht dürfte 112 t betragen, was die S. B. B. bestimmte, die Parklokomotiven dieser Art mit hinzugefügten Laufachsen in Aussicht zu nehmen.

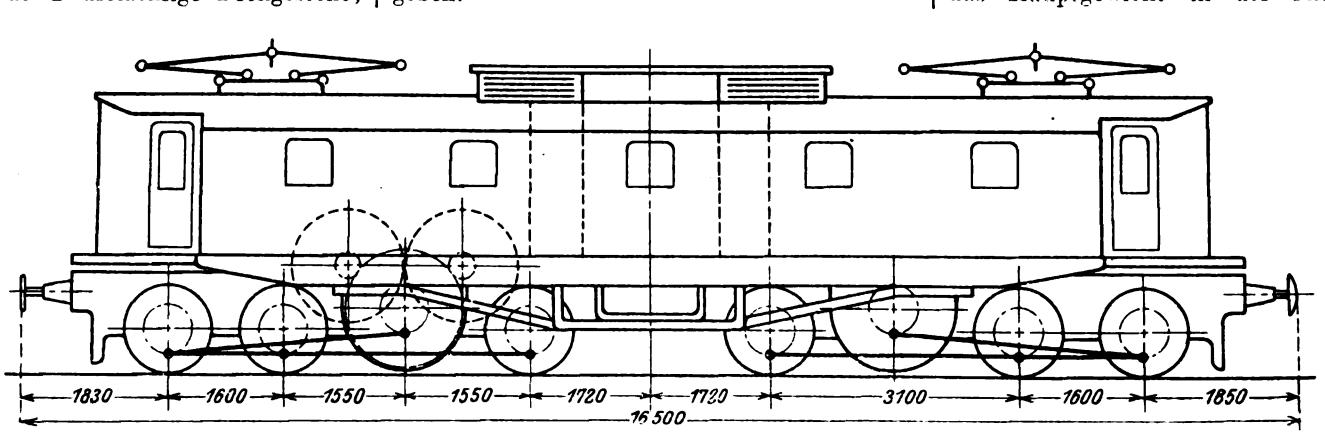


Abb 3 Güterzuglokomotive *C* + *C* (Brown, Boveri & Cie. und Winterthur).

Über die Entstehung dieser neuen M. F. O.-Bauart, die sich natürlicherweise für den Bau von Schnellzug- wie Güterzuglokomotiven verwenden läßt, mögen einige Worte am Platze sein.

Für die schon erwähnte erste Gruppe der Lokomotiven der G. B. hat die Generaldirektion der S. B. B. nun die Lieferung von 10 großen Schnellzuglokomotiven nach Art der vorerwähnten Schnellzug-Probelokomotive (Abb. 2), der B. B. C. und der Lokomotivfabrik Winterthur sowie 10 Güterzuglokomotiven nach einer neuen Bauart an die M. F. O. und die Lokomotivfabrik Winterthur entsprechend Abb. 4 vergeben.

Beim Entwurf elektrischer Lokomotiven kann man — wie dies bei den Lötschberg-Lokomotiven geschehen — eine vollständige doppelte Anordnung wählen. Eine solche bietet die Möglichkeit, auch mit der halben Maschine, z. B. bei Beschädigungen, ein Stillegen vermeiden, ja einen beschränkten Dienst, wenn nötig, damit weiter besorgen zu können. Diese Lösungen ergeben eine verhältnismäßig lange Lokomotive und große Achsstände, sind auch verhältnismäßig schwer und teuer. Sie war z. B. beim Lötschberg berechtigt, wo es sich um einen ersten Bau größeren Umfanges handelte. Nachdem nun aber z. B. am Lötschberg schon seit langem Störungen an den Lokomotiven eine große Seltenheit geworden sind, darf wohl heute auf die Verdoppelung der Ausrüstung verzichtet werden. Will man nun aber mit nur einem Transformator auskommen, so bleibt in den meisten Fällen nichts anderes übrig, als denselben in die Mitte zu setzen und die Lokomotive als Drehgestell-Lokomotive auszubilden. Dies bedingt nun einen schweren Lokomotivkasten, da das Hauptgewicht in der Mitte desselben ruht, mit den damit verbundenen Nachteilen.

Die Studien der M. F. O. haben nun dazu geführt, eine Bauart zu schaffen, bei welcher die 2 Drehgestelle unmittelbar miteinander gekuppelt werden, die äußeren $^2/_3$ jedes Drehgestelles enthalten die Treibmotoren und weitere Hilfsbetriebe; diese Teile sind im allgemeinen nur mit niederen Hauben abgedeckt,

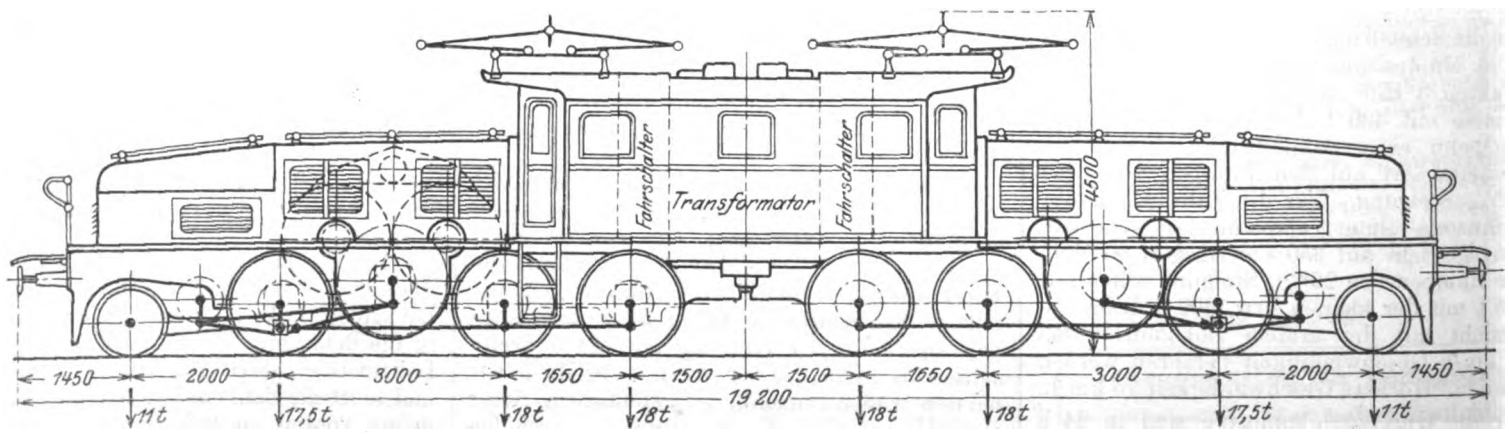


Abb. 4. Große Güterzuglokomotive, endgültige Ausführung (Oerlikon und Winterthur).

[1]) Vgl. „ETZ" 1913, S. 1275 ff.

Digitized by Google

was ohne weiteres zulässig ist. Auf die Überwachung auch der großen Treibmotoren während der Fahrt darf heute verzichtet werden, zeigen doch z. B. die Kollektoren der Lötschbergmotoren gegenüber Gleichstrommotoren ein mehr als ebenbürtiges Verhalten.

Diese Anordnung hat weiter für den Betrieb den großen Vorteil, daß der Führerstand sich nicht an das Fahrzeugende befindet; es sind ihm Massen vorgelagert, ohne die Übersichtlichkeit zu hindern, wodurch dem Führer ein Sicherheitsgefühl gegeben ist, das ihn dazu

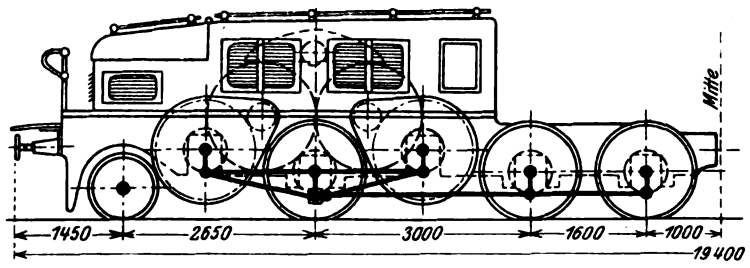


Abb. 5. Triebdrehgestell mit Dreieckstange.

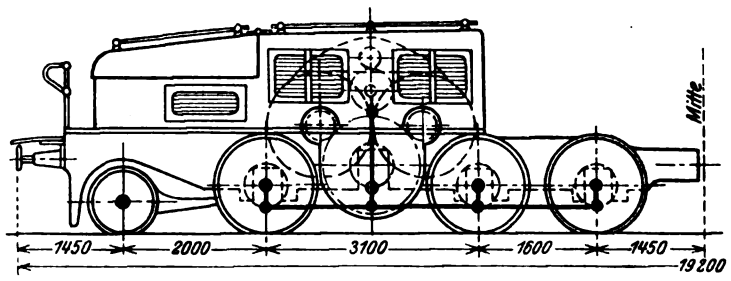


Abb. 6. Triebdrehgestell mit senkrechter Kuppelstange.

Beiderseitig der Hauben sind Laufgänge vorhanden, welche der Mannschaft den Übertritt von und zu den Lokomotiven ermöglichen.

Der eigentliche Lokomotivkasten ist sehr verkürzt und hat nur noch eine Länge von rd

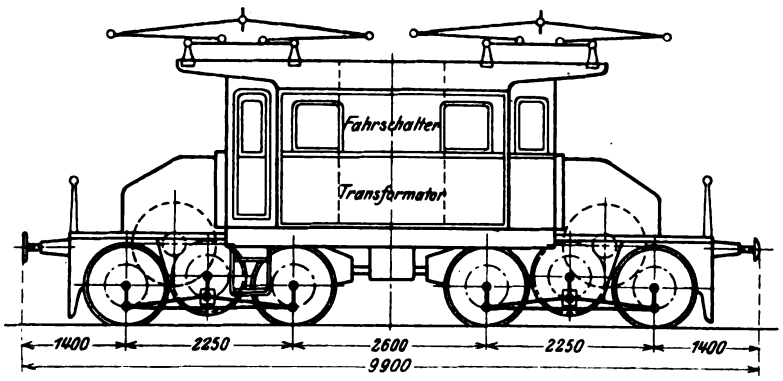


Abb. 7. Lokomotive $B + B$ für leichten Verkehr.

einem Drittel der ganzen Lokomotivlänge, und es kann daher seine Verstärkung durch ein Sprengwerk fallen gelassen werden. Mittels der an seinen Enden befindlichen Drehzapfen ruht der Kasten auf dem inneren freien Drittel der beiden Drehgestelle und trägt in seiner Mitte den Transformator und den Hauptschalter. An den Transformator schließen sich beiderseitig die Stufenschalter (für je 12 Stufen) an, so daß die Verbindungen mit den Transformatoranzapfungen äußerst kurz werden. An den Enden des Kastens befinden sich die Führerstände, auf deren Dach die Stromabnehmer sitzen. Der Transformator sowie der Hauptschalterdeckel bilden zugleich einen Teil des Lokomotivkastendaches, so daß die Hochspannungs-Leitungsführungen vereinfacht und unnötige Dachdurchführungen und im Lokomotivinnern ein eigentlicher Hochspannungsraum vermieden werden können. Da die Drehzapfen nahe beieinander liegen, so kann der Kasten der kleinen Ausschläge wegen breit gehalten werden, was für den Innenverkehr von Vorteil ist. Die Drehzapfen sind leicht zugänglich, und in deren Nähe können die nur wenigen Kabel zu den Motoren günstig auf die Drehgestelle übergeführt werden.

bestimmen wird, auch in Gefahr auf seinem Posten auszuharren und die Hilfsmittel zur Sicherung seines Zuges voll anzuwenden.

Der Führer befindet sich auch so nahe bei dem Fahrschalter, daß, wenn auf Vielfachsteuerung aus anderen Gründen verzichtet werden soll, eine einfache mechanische Betätigung dieser Antriebe stattfinden kann.

Für die Lokomotivhäuser und Werkstätten hat diese Anordnung den großen Vorteil des rascheren Ein- und Ausbaues von Motoren und Apparaten und des kürzeren und leichteren Wagenkastens. Die Hubhöhe für das Aus- und Einbauen kann kleiner sein, und es wird daher vielerorts mit bestehenden Anlagen des Dampfbetriebes auszukommen sein. Auch der Ersatz für diese dreiteiligen Lokomotiven ist vereinfacht. Das Gewicht dieser Anordnung ist kleiner, so daß es möglich ist, wenn erwünscht, ein vermehrtes Gewicht in den mechanischen Teil und das Treibwerk im besonderen zu legen, wie dies nun auch bei den vorliegenden 10 Lokomotiven geschehen ist.

Wenn eine Lagerung der Motorenblindwelle auf Treibwellenhöhe nicht möglich ist, so sind doch verschiedene Antriebslösungen möglich, so entsprechend der ersten Lötschberg-Lokomotive (Nr. 121) und der CC-Probelokomotive (Abb. 3) mit Schrägstange als der leichtesten Bauart, oder mittels Kurbeldreiecks, entsprechend den großen Lötschberg-Lokomotiven (Abb. 5). Weiter gibt Abb. 6 eine Lösung mit senkrechten Kuppelstangen wieder. Der schließlich nach Vorschlag der Lokomotivfabrik Winterthur gewählte Schrägstangenantrieb mit Hilfswelle ist in Abb. 4 dargestellt und dürfte eine einwandfreie Bauart ergeben.

Die Zahnradübersetzung dieser 10 Lokomotiven ist mit 1 : 4 festgesetzt worden. Die Normalleistung der 4 Motoren am Rad beträgt 1520 kW. Das Gewicht des elektrischen Teils 58 t und dasjenige des mechanischen Teils von 71 t ergeben bei Achsdrücken von (11, 17,5, 18, 19) × 2 = 129 t Gesamtgewicht und 107 t Reibungsgewicht. Bei der Gesamtlänge von 19,2 m ergibt sich ein Laufgewicht von 6,72 t f. d. lfd. m.

Zum Schluß sei mit Abb. 7 noch eine Lokomotive kleinerer Leistung mit z. B. rd 500 kW und 6 bis 9 t Zugkraft und 30 bis 45 km/h erwähnt, welche zeigen soll, daß diese Bauart auch mit Vorteil für leichten Verkehr auf Nebenlinien, Vorortverkehr und für Rangierdienst Verwendung finden kann.

Abb. 8 zeigt, daß der dreiteilige Kasten auch ohne weiteres für die Schmalspur verwendet werden kann, so z. B. für die Rhätische Bahn, sogar unter Beibehaltung ihrer Motoren, Treibwerk usw. läßt sich eine Verdoppelung ihrer 440 und 585 kW-Lokomotiven erreichen. Hier ist es der Schmalspur- bzw. Platzverhältnisse wegen allerdings nötig, die Motorhauben auf Dachhöhe hinaufzuführen, was aber trotzdem dem Führer einen besseren Ausblick gewährleistet, als beim Dampfbetrieb.

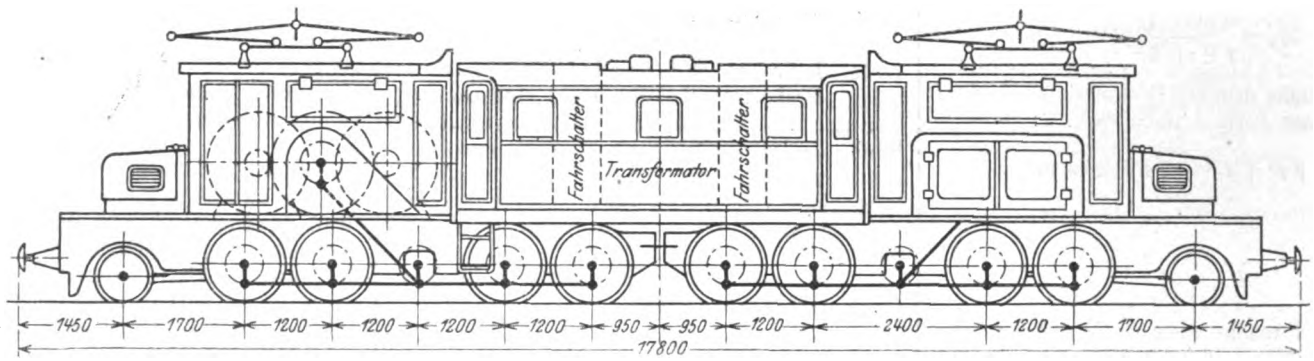


Abb. 8. Lokomotive $D + D1$ mit dreiteiligem Lokomotivkasten.

Eigenartige Schaltungsmöglichkeiten von Transformatoren.

Von **Dr.-Ing. Milan Vidmar**, Wien.

(Schluß von S. 283.)

Das Stromdiagramm der Dreiphasenseite zeigt ohne den Ausgleichsstrom zwei um 90° gegeneinander verschobene Phasenströme (Abb. 6). Der Ausgleichsstrom, der natürlich magnetisch in allen drei Säulen durch Reaktionsströme aufgehoben werden muß, muß so groß sein, daß er nicht nur die resultierende der beiden oben erwähnten Phasenströme, sondern auch noch die beiden Reaktionsströme in den beiden äußeren Phasen im Sternpunkt durchläßt. Hier kommt das verschiedene Übersetzungsverhältnis in den drei Phasen deutlich zum Ausdruck. Bezeichnen wir mit I den Belastungsstrom der Zweiphasenseite und mit I_k den Ausgleichsstrom auf der Zweiphasenseite

Digitized by Google

so müssen wir die Resultierende der beiden Phasenströme $\sqrt{2}\,I$ gleichsetzen, und zu ihr die beiden Reaktionsströme, die in den äußeren Phasen gleich I_k sind, entsprechend hinzufügen. Es ist wohl ohne weiteres klar, daß

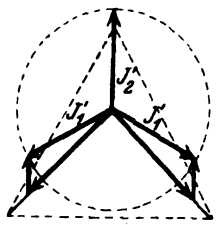


Abb. 6.

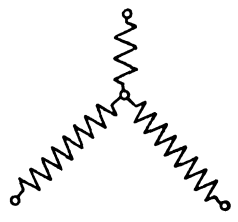


Abb. 8.

der Ausgleichsstrom selbst dieselbe Richtung als Vektor haben muß, wie die aufzuhebende Resultierende der Phasenströme. Im Sternpunkt fließt also auf der Drehstromseite von den beiden äußeren Phasen der Strom

$$\sqrt{2}\,I - 2\,I_k$$

zu, während in der mittleren Säule der Reaktionsstrom

$$I_k \cdot \frac{2}{\sqrt{3}-1}$$

abfließt. Das Kirchhoffsche Gesetz verlangt die Gleichsetzung

$$\sqrt{2}\,I - 2\,I_k = I_k \frac{2}{\sqrt{3}-1},$$

woraus sich sofort die Größe des Reaktionsstromes I_k ergibt:

$$I_k = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}\,.\sqrt{3}}\,.I. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

Der tatsächliche primäre Gesamtstrom in einer äußeren Phase beträgt nach Abb. 6:

$$I_1' = \sqrt{I^2 + I_k^2 - 2\,I\,I_k \cos 45^0}$$

oder mit Benutzung der Gl. (3):

$$I' = I\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}.$$

Genau soviel macht aber auch der Gesamtstrom der mittleren Phase aus, denn es ist nach Gl. (3):

$$I_2' = I_k \cdot \frac{2}{\sqrt{3}-1} = I\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}.$$

Interessant in allen diesen Gleichungen ist das Auftreten der Werte $\sqrt{2}$ und $\sqrt{3}$, die deutlich die Transformation andeuten. Aus der gemachten Rechnung ergibt sich sofort die Phasenverschiebung der 3 Ströme zueinander um je 120^0, und man bekommt folgendes Lastübertragungsgesetz:

Der Zweiphasen-Dreiphasen-Transformator überträgt jede symmetrische Belastung der einen Seite symmetrisch auf die andere Seite.

Dieses Gesetz gilt offenbar für induktive Belastungen ganz ebenso wie für induktionsfreie, denn die ganze Überlegung, die oben gemacht wurde, kann auch für einen beliebigen Phasenwinkel wiederholt werden. Es ist außerdem auch ohne weiteres klar, daß der ganze Prozeß umkehrbar ist, daß also das Gesetz für beide Transformationsrichtungen gilt.

Der beschriebene Transformator ist eine ideale Lösung des besonderen Transformationsproblems. Er ist wirklich ein Transformator, er spart mit der Leistungsvereinigung Material und Raum. Er arbeitet wie ein Drehstromtransformator, er ist also für einseitige Belastungen wenig empfindlich, der gemeinsame Kraftfluß gleicht immer die Gegensätze aus und vermittelt Lastaufteilungen. Der Transformator hat keine abnormale Streuung, keine Neigung, höhere Harmonische aus dem Netz zu ziehen. Er stellt eine hübsche Möglichkeit vor, die jenseits der Grundprinzipien des normalen Transformatorenbaues wurzelt, eine praktische Verwertung des unsymmetrischen Transformators, die sich bestens bewährt und ein wirkliches Bedürfnis der Praxis befriedigt hat.

Die Verallgemeinerung der Zickzackschaltung, die wir oben bereits zum Teil kennen gelernt haben, kann das hübsche Bild des Zweiphasen-Dreiphasen-Transformators noch erweitern. Einphasige Belastungen der Drehstromseite können bei diesem Transformator mit der Zickzackschaltung erheblich gemildert werden (Abb. 7).

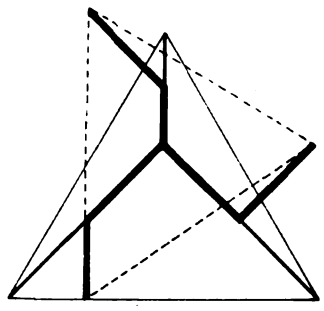


Abb. 7.

Es ist bemerkenswert, daß der Transformator auch für unverketteten Zweiphasenstrom verwendbar ist. Natürlich muß man dem Ausgleichsstrom auf der Zweiphasenseite einen Weg öffnen, der nach dem Auseinandernehmen der beiden Phasenwicklungen zerrissen worden ist. Man ordnet daher eine dritte Wicklung an, die in sich geschlossen bleibt, und in der der Ausgleichsstrom alle drei Säulen umkreisen kann (Abb. 8). Die Hauptwicklung bleibt dabei zerlegt. Der Zweiphasen-Dreiphasen-Transformator kann im Bedarfsfalle sehr einfach in einen Drehstromtransformator umgewandelt werden. Nur die Windungszahl der mittleren Säule, zweiphasenseitig, muß verkleinert werden, der Eisenkern und die Dreiphasenwicklung können bleiben. Man erhält einen unsymmetrischen Transformator, der aber vollständig die normalen Dienste leisten kann.

Der zweite Fall von praktischer Bedeutung, der Phasenwinkel

$$\alpha = 45^0$$

wäre damit erledigt. Aber das Verwendungsgebiet des unsymmetrischen Transformators ist damit noch lange nicht erschöpft. Auf einen dritten Fall stoßen wir beim Winkel

$$\alpha = 60^0.$$

Er läßt die Wicklung der mittleren Säule vollständig verschwinden, während er den Eisenkörper dieser Säule im Verhältnis

$$\sqrt{3} : 1$$

verstärkt.

Dieser unsymmetrische Drehstromtransformator kann offenbar ohne weiteres in zwei Einphasentransformatoren aufgelöst werden. Mit Vorteil sogar. Zwar steigt dabei der Eisenaufwand noch etwas, weil die beiden äußeren Säulen je einen eigenen Eisenrückschluß bekommen, dafür kann aber die Wicklung auf je zwei Säulen untergebracht werden, so daß die mittlere Windungslänge abnimmt.

Wir haben es mit der sogenannten V-Schaltung zu tun. Sie ist eine Notschaltung für große Transformatoren, während sie für ganz kleine Typen als gewöhnliche Schaltung in Betracht kommt. Verunglückt die eine Säule eines Drehstromtransformators, so ist die Fortsetzung des Betriebes mit den beiden anderen möglich. Allerdings ist dabei Vorsicht geboten. War der Transformator in Dreieck geschaltet, so kann die Spannung beibehalten werden, sonst aber steigt die Induktion zu stark, wie sie auch überhaupt in der beschädigten Säule leicht eine ganz unzulässige Höhe erreicht.

Die V-Schaltung hat in Drehstrombetrieben nur dann einen wirklichen Wert, wenn zwei genügend bemessene Einphasentransformatoren zusammengeschlossen werden. Dies ist wohl der hauptsächlich in Betracht kommende Fall der Schaltung. Bemerkenswert und in der Praxis so gut wie unbekannt ist die Zickzackschaltung zweier in V-Schaltung zusammengelegter Einphasentransformatoren. Abb. 9 zeigt, wie sie zustande kommt. Sie verbessert den Betrieb ganz beträchtlich und ist gewiß von großer praktischer Bedeutung.

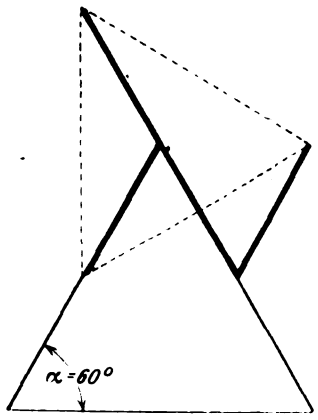


Abb. 9.

Der V-Schaltung merkt man es an, daß sie schon ziemlich weit vom Symmetriefall des Drehstromtransformators entfernt ist. Es ist bemerkenswert, wie sich alle Eigenschaften des unsymmetrischen Transformators verschlechtern, wenn der Spannungswinkel erheblich vom normalen Wert abweicht. Man kann diese Tatsache auch beobachten bei Abweichungen nach der von der soeben betrachteten entgegengesetzten Seite. Verkleinert man den Spannungswinkel, so kommt man wohl zunächst auf den charakteristischen Wert

$$\alpha = 0.$$

Ein merkwürdiger Sonderfall! Er zeigt manche Ähnlichkeiten mit dem vorher betrachteten Sonderfall der V-Schaltung. Gerade so wie dort die Wicklung der mittleren Säule verschwand, so verschwindet hier der Eisenkern der mittleren Säule. Gerade so wie dort der Transformator mit Vorteil in zwei einphasige aufgelöst werden konnte, kann auch hier die Zerlegung vorgenommen werden, u. zw. bilden die beiden äußeren Säulen zusammen einen Transformator, während die mittlere Säule, die sich losgelöst hat, zu einem zweiten einphasigen Transformator ausgebildet werden

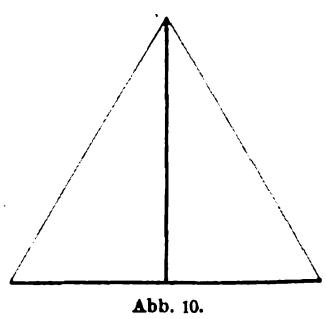


Abb. 10.

kann. Eine wichtige Eigenschaft des Falles ist der auftretende Phasenwinkel von 90^0 (Abb. 10). Wiederum drängt sich der Zweiphasen-Dreiphasen-Transformator vor und un-

Digitized by Google

gezwungen kommen wir auf die alte Anordnung, auf die sogenannte Scottsche Schaltung.

Die Scottsche Schaltung als Sonderfall des unsymmetrischen Drehstromtransformators kann leicht mit dem oben beschriebenen Zweiphasen - Dreiphasen - Transformator verglichen werden. Sie ist ziemlich weit entfernt von der günstigsten Materialausnutzung, der der oben beschriebene Transformator so nahe kommt. Sie braucht allerdings auf der Zweiphasenseite keine Ausgleichswicklung, aber sie verbraucht doch mehr Kupfer und mehr Eisen als der Transformator der Gesellschaft für elektrische Industrie.

Der schwächste Punkt der Scottschen Schaltung ist wohl die auf der Drehstromseite auftretende zusätzliche Streuung. Die Wicklung des einen Transformators besteht ja aus den beiden Wicklungen der äußeren Säulen des Drehstromtransformators, aus denen sie hervorgegangen sind. Diese beiden Teilwicklungen streuen stark gegeneinander, weil ihre Ströme um 120° phasenverschoben sind.

Ein schwerer Nachteil der Scottschen Schaltung ist auch die magnetische Zweiteilung des Transformators. Einseitige Belastungen der Zweiphasenseite können sich nicht auf dem Wege über den gemeinsamen Kraftfluß verteilen. Die Schaltung arbeitet hart, unnachgiebig, sie neigt zu starken Entstellungen des Spannungssystems. Ganz besonders auf der Zweiphasenseite.

Einseitige Belastungen der Drehstromseite können beim Scottschen Transformator noch einigermaßen erträglich gemacht werden durch Anwendung der Zickzackschaltung (Abb. 11). Sie dürfte noch sehr wenig bekannt

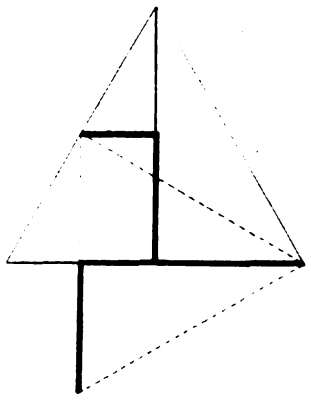


Abb. 11.

sein und zeigt einen weiteren Fall der allgemeinen Verwendbarkeit dieser Schaltungsart.

Es ist bemerkenswert, daß die magnetische Unterteilung des Transformators noch einen Nachteil zur Folge hat, auf den wir im folgenden hinweisen wollen, der übrigens auch bei der V-Schaltung zutage tritt. Der Magnetisierungsstrom kann nämlich seine höheren Harmonischen, die bei der Erregung von der Drehstromseite aus den Sternpunkt nicht passieren können, aus dem Netze kompensieren. Er nimmt dann neben den notwendigen Oberwellen gleichzeitig ihnen entgegengerichtete Oberwellen mit, und diese können magnetische Flüsse höherer, hauptsächlich dreifacher Periodenzahl durch den Eisenkern treiben. In einem normalen Drehstromeisenkern ist dies unmöglich, weil die Oberfelder der drei Phasen untereinander phasengleich sind und sich deshalb nur in der Luft schließen können. Bei der Scottschen Schaltung dagegen ist für jede Phase ein Rückweg im Eisen vorhanden.

Die Oberfelder können unangenehm werden. Sie erzeugen natürlich Spannungsoberwellen, die den Nullpunkt schwingen lassen. Telephonstörungen sind nicht ausgeschlossen. Allerlei kleine Unannehmlichkeiten können sich ergeben.

Unverkennbar zieht sich durch die Theorie des unsymmetrischen Drehstromtransformators die Feststellung, daß Spannungswinkel, die stark von den normalen 30° abweichen, Schwierigkeiten bereiten. Die V-Schaltung ist eine Notschaltung, und die Scottsche Schaltung ist es eigentlich auch. Als erste Zweiphasen-Dreiphasenschaltung war sie gewiß wertvoll. Sie zeigte einen brauchbaren Weg. Sobald aber eine neue Lösung eine erhebliche Annäherung an den besten Spannungswinkel gestattet hatte, mußte die Scottsche Schaltung unter die überwundenen Lösungen eingereiht werden.

Von hoher theoretischer Bedeutung ist auch die Verallgemeinerung der Zickzackschaltung, die uns hier überall entgegentritt. Es ist gewiß merkwürdig, daß sich das Spannungsdreieck immer um 30° verdreht, und daß sich die verketteto Spannung immer im Verhältnis

$$\sqrt{3}{2} : 1$$

verkleinert. Aber gerade diese beiden Eigenschaften sind noch viel allgemeiner gültig. Auch für den ganz unsymmetrischen Drehstromtransformator mit 3 untereinander ganz ungleichen Phasen bleiben sie noch aufrecht.

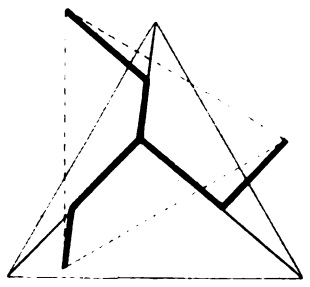


Abb. 12.

Abb. 12 zeigt den allgemeinen Fall. Der Nullpunkt liegt ganz unsymmetrisch im Spannungsdreieck. Trotzdem ist das Zickzackdreieck wieder um 30° verdreht und im Verhältnis $\sqrt{3} : 2$ kleiner. Ganz unsymmetrische Transformatoren haben wohl keine praktische Bedeutung. Sie zeigen nur das weite unübersehbare Gebiet, das jenseits der Grundprinzipien des normalen Transformatorenbaues liegt.

Wir haben oben die praktische Bedeutung des unsymmetrischen Drehstromtransformators erschöpft. Abweichungen von 30° nach oben und unten vom normalen Spannungswinkel dürften das äußerste sein, was die Praxis noch verträgt. Die V-Schaltung und die Scottsche Schaltung sind die beiden Grenzsteine im Gebiet des unsymmetrischen Drehstromtransformators. Möglich sind natürlich auch Winkel, die stärker vom normalen Spannungswinkel abweichen. Möglich ist z. B. der Fall:

$$\alpha = -45^0,$$

der wiederum einen Zweiphasen-Dreiphasen-Transformator gibt. Aber wieviel schlechter ist diese Lösung als die oben zuerst beschriebene! Sie liegt ebensoweit jenseits der Scottschen Schaltung wie die gute diesseits, sie entfernt sich zu sehr vom Spannungswinkel des gewöhnlichen Dreiphasentransformators.

Der symmetrisch aufgebaute Drehstromtransformator zeigt unverkennbar eine große innere Kraft. Er wird nicht umsonst als die normal in Betracht kommende Bauart angesehen. Er bietet in der Werkstätte erhebliche Vorteile, und auch der Betrieb gewinnt mit der Symmetrie. Gerade deshalb sind die Unsymmetrien untereinander nicht gleichwertig und nicht alle gleich schlecht. Die Entfernung von der Norm ist gleichsam ein Maßstab für die Güte der Konstruktion. Das Urteil braucht sich deshalb nicht auf den kleinsten Kleinigkeiten aufzubauen, es kann eine unverkennbare Stetigkeit zeigen. Der Dreiphasen-Zweiphasen-Transformator mit dem zweiphasigen Eisenkern und der dreiphasigen Wicklung muß, den Gesetzen einer höheren Ordnung entsprechend, der Scottschen Schaltung überlegen sein. Aus demselben Grunde kann die V-Schaltung niemals über den Rahmen der Notschaltung herausgehen. Der Trockentransformator dagegen mit verstärkter mittlerer Säule muß ein guter Transformator sein, weil er nur kleine Unsymmetrien braucht, um seine Schwierigkeiten zu überwinden.

Jenseits der Grundprinzipien des Transformatorenbaues sind, wie wir hier gesehen haben, tatsächlich noch fruchtbare Gebiete, zu denen der Konstrukteur von Zeit zu Zeit herabsteigen soll. Er wird sicherlich interessante Möglichkeiten entdecken, die für ihn nicht wertlos sind. Jede einzelne, noch so selbstverständliche Grundannahme läßt sich ausbauen, erweitern und dadurch begründen. Niemals darf man sich in der Konstruktionslehre allzu sehr von den Prinzipien einengen lassen. Nur der unbefangene Blick ermöglicht das Auffinden von neuen Wegen.

Gerät zum Aufsuchen von Stromentweichungen (Leckstrommelder).

Das Auffinden von Isolationsfehlern an Freileitungen macht u. U. bedeutende Schwierigkeiten, insbesondere dann, wenn der Stromverlust nicht groß genug ist, um eine von außen mit freiem Auge oder mit Feldstecher sichtbare Zerstörung des Isolators oder seiner Umgebung hervorzurufen. Sind Holzmaste die Träger der Fernleitung, so kann man häufig und mit Erfolg ein Telephon verwenden, das parallel zu einer kurzen Maststrecke angelegt, den Isolationsfehler schnell verrät (vgl. Flaherty in „Proceedings", Aug. 1912).

Bei Verwendung von Eisenmasten läßt sich dies Verfahren aus naheliegenden Gründen nicht ausüben, schon weil die Annäherung an einen solchen Mast lebensgefährlich sein kann. Alsdann verlaufen aber in dem umgebenden Erdboden Ströme, die sich mittels des untenstehend abgebildeten Gerätes unter günstigen Umständen auf Entfernungen von 10, 20 m und mehr deutlich feststellen lassen.

Abb. 1 Anwendung des Leckstrommelders.

Der mit der Prüfung der Linien beauftragte Beamte schnallt sich unter seine Stiefel ein paar metallische Sohlen, die durch biegsame Leitungen mit Fernhörern, die an einem Kopfbügel befestigt sind, in Verbindung stehen. An einem Leibgurt sind die Leitungen so befestigt, daß sie beim Gehen durchaus nicht hindern. Ferner ist dort ein Schalter angebracht, der den Hörerkreis kurzschließt, wenn der in der Abbildung sichtbare Griff um 180° gedreht wird. Kommt man mit einem derartigen Gerät in die Nähe stromdurchflossener Stellen im Erdreich, so ertönt das Telephon mehr oder minder deutlich, je nachdem man sich dem Lecke der Leitung in der Richtung

Digitized by Google

der Stromlinien nähert oder entfernt. Fällt die Verbindungslinie der Stützpunkte beider Metallsohlen mit der Richtung der Stromlinien zusammen, so erreicht die Tonstärke einen Höchstwert, senkrecht dazu ist sie gleich Null, man ist also in der Lage, zugleich die Richtung festzustellen, in welcher das Leck zu suchen ist.

In unmittelbarer Nähe der Leckstelle kann der Ton unangenehm stark werden, ja es kann schließlich die Wicklung der Hörer durchbrennen und durch Unterbrechen des Stromkreises den Träger des Gerätes gefährden. In solchem Falle wird der Knebel des Schalters mit der Spitze nach unten gedreht, dann ist der Stromkreis zwischen den beiden Metallsohlen kurz geschlossen und das Erdreich kann ohne jegliche Gefahr betreten werden. Die Leitung erträgt dauernd 30, auf kurze Zeir auch 40 A, ohne daß sie mehr als handwarm wird.

Vorläufige Versuche haben die Nützlichkeit des Gerätes, welches den Siemens-Schuckertwerken geschützt ist, einwandfrei erwiesen, die Herstellung liegt in den Händen der Siemens & Halske A. G., Siemensstadt bei Berlin. Behrend.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Die Zahl der bestehenden Funkspruchstellen.

[The Electrician, Bd. 80, S. 756.]

Die Zahl der Funkspruchstellen, deren Eröffnung dem Internationalen Bureau in Bern mitgeteilt worden ist, betrug bis zum 31. XII. 1917

687 Küstenstellen für den Verkehr mit Schiffen,
5338 Bordstellen und
88 feste Stellen für den Verkehr mit anderen festen Stellen.

In nächster Zeit sollen dem „Telegraph and Telephone Journal" zufolge neue Großstellen für Funkentelegraphie an der pazifischen Küste der Vereinigten Staaten, in Argentinien, Brasilien, Guadeloupe, auf den Philippinen und in Honolulu errichter werden. In Frankreich ist neuerdings ein außerhalb der Kammer stehender großer Ausschuß gegründet worden, der den Plan zur Einführung eines Weltsystems der Funkentelegraphie prüfen soll. Die neue Anordnung soll zunächst für die funkentelegraphische Verbindung zwischen Paris und den französischen Siedelungen und für den Verkehr dieser Siedelungen untereinander benutzt werden. *Kz.*

Neue Telefunkenstation in Peru.

Nach der peruanischen Zeitung „El Comercio" ist die von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (Telefunken) in Berlin gelieferte Station Cachendo bei Arequipa im südlichen Zipfel Perus am 8. XII. 1917 dem Betrieb übergeben worden. Die mit 7,5 kW Antennenenergie arbeitende Anlage steht sowohl mit der Hauptstadt des Landes, Lima, in 800 km Entfernung, als auch mit Iquitos am Amazonenstrom (1500 km) in Verbindung, dabei liegt im letzteren Falle die Andenkette von 6000 m mittlerer Höhe im Wege der Wellen, ganz abgesehen davon, daß es sich um die Aufnahme von Funkentelegrammen unter den atmosphärisch schwierigsten Verhältnissen handelt. Cachendo steht ferner drahtlos im Verkehr mit allen Telefunkenstationen in den Republiken Bolivia, Chile, Argentinien, Uruguay, Paraguay, Brasilien usw., die sich innerhalb einer Reichweite von 2200 km befinden. Die Ergebnisse der Stationstätigkeit haben die Erwartungen Perus erheblich übertroffen, trotzdem bringt es die Zeitung nicht über sich, zu erwähnen, daß es sich um deutschen Fleiß und deutsche Arbeit handelt, die diese Erfolge erzielt haben. *Rp.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein leicht einstellbares elektrostatisches Voltmeter.

[E. R. Wolcott. Electr. World, Bd. 69, S. 972.]

Das Voltmeter ist nach dem Prinzip des Thomsonschen Schutzring-Elektrometers gebaut. Die bewegliche Platte bildet die eine Schale einer gleicharmigen Wage und wird durch Gegengewicht von konstantem Betrag in der Ebene des Schutzringes unter Zuhilfenahme einer Justierschraube eingestellt, wobei der Zeiger der Wage auf dem Nullstrich einspielt. Zur Messung der Spannung wird das konstante Gewicht entfernt und durch die Anziehung der geladenen Platte auf die geschützte Platte ersetzt, wobei wieder auf den Nullstrich eingestellt wird. Zu diesem Zweck kann die geladene Platte mittels einer seidenen Schnur und einer Handkurbel in verschiedene Entfernung von der geschützten Platte gebracht werden. Die Entfernung der Platten, die an einem mit der Schnur verbundenen Zeiger abgelesen werden kann, gibt ein Maß für die Spannung. Zweckmäßig wird die Teilung, an der sich der Zeiger vorbeibewegt, gleich in Volt geeicht. Ist d die Entfernung der Platten in cm, m die Masse des konstanten Gewichts in g, r der Radius der geschützten Platte in cm, g die Schwerebeschleunigung, so ergibt sich die Spannung e im elektrodynamischen Maßsystem aus der Formel:

$$e = 300\, d \sqrt{\frac{8\pi m g}{\pi r^2}}.$$

W. J.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Groß-Berliner Elektrizitäts-, Gas- und Wasserversorgung.

Der Fachausschuß des Bürgerausschusses Groß-Berlin für die technischen Betriebe hat, wie Berliner Zeitungen berichten, am 4. Juli unter dem Vorsitz von K. F. v. Siemens eine Sitzung abgehalten. An der Aussprache beteiligten sich u. a. die Herren: Coninx, Direktor der Berliner Städt. Elektrizitätswerke, Prof. Dr. Klingenberg, Direktor der A. E. G. Lempelius, Direktor der Zentrale für Gasverwertung, Prof. Matschoß, Direktor des Vereins deutscher Ingenieure. Sämtliche Redner waren sich darin einig, daß auf den Gebieten der Elektrizitäts-, Gas- und Wasserversorgung und der Kanalisation in Groß-Berlin Mißstände bestehen, die in dem Mangel einer einheitlichen Gemeindeorganisation ihre Ursachen haben. Es wurde beschlossen, Berichte über die Verhältnisse auf den einzelnen Fachgebieten auszuarbeiten, die, gestützt auf Beispiele, beweisen, welche Nachteile für Groß-Berlin aus der bestehenden Zersplitterung der Gemeindeverwaltung entstehen, und die gleichzeitig Vorschläge zur Verbesserung bieten. Die Berichte werden in den Gesetzentwurf des Bürgerausschusses für die Neuordnung der Groß-Berliner Gemeindeverfassung verarbeitet werden. Prof. Dr. Klingenberg hat den Bericht über die Elektrizitätserzeugung und -versorgung in Groß-Berlin übernommen.

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Galvanisches Element von Féry.

[Journal Télégraphique, Bd. 42, S. 31.]

Das bekannte Leclanché-Element, welches Braunstein als Depolarisator benutzt, arbeitet, wenn man es in seiner einfachsten Form als nasses Element, z. B. für Klingelleitungen benutzt, zum guten mit Hilfe des Luftsauerstoffes. Professor Féry hat nun gefunden, daß man den Braunstein ganz gut fortlassen kann, wenn man das Zink als wagerechte Platte auf den Boden des Gefäßes legt und darüber die Kohlenelektrode senkrecht anordnet, indem man sie vom Zink durch eine dünne Filzplatte oder eine Ebonitleiste trennt. In der Ruhe verbraucht das Element praktisch kein Zink. Die Spannung des offenen Elementes beträgt 1,18 V. Vermutlich wird man das Element nur immer kurze Zeit mit schwachem Strom beanspruchen dürfen, da der um die Kohle befindliche Luftsauerstoff bei Stromschluß rasch verbraucht wird, und neuer Sauerstoff nur langsam herzuwandert. *K. A.*

Eine neue Brennstoffkette.

[Electrical World, Bd. 70, S. 472.]

S. A. Reed hat das amerikanische Patent Nr. 1 225 175 auf ein galvanisches Element erhalten, in welchem er durch Verbrennen von Gas unmittelbar Elektrizität erhalten will. Als Elektrolyt dient geschmolzener Borax, Anoden- und Kathodenraum sind durch ein Tondiaphragma getrennt; der eine Raum enthält in der Schmelze aufgelöst ein niederes, der andere ein höheres Oxyd des Mangans; die Elektroden bestehen aus Platin. Bei Stromschluß entsteht eine stromliefernde chemische Umsetzung, indem das höhere Manganoxyd Sauerstoff abgibt, das niedere Sauerstoff aufnimmt. Reed leitet nun fortdauernd dort Luftsauerstoff und hier als reduzierenden Stoff Kohlengas zu, wodurch er bei 1 V Spannung mindestens 1½ A auf den Quadratdezimeter wirksamer Oberfläche erhalten will.

Diese Lösung der alten Aufgabe einer „Brennstoffkette" ist keineswegs neu. 1910 hat auf Anregung von Baur in Zürich J. Taitelbaum Studien über Brennstoffketten veröffentlicht[1]), in welchen er auch Versuche mit Manganat als Sauerstoffüberträger beschreibt. Baur und Ehrenberg[2]) haben auch geschmolzenen Borax als Elektrolyten benutzt und allerlei andere Sauerstoffübertrager erprobt. In allen Fällen polarisierte sich die Brennstoffkette stark, und die abgegebene Strommenge stand in keinem annehmbaren Verhältnis zu dem Aufwande. Auch die Brennstoffkette von Reed dürfte daher wohl nicht das leisten, was der Erfinder in Aussicht stellt. Es gibt schon bessere Lösungen dieses Problems, deren praktische Anwendung aber an den Schwierigkeiten der Apparatur scheiterte. *K. A.*

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Französische Handelsmuseen in Marokko.

In Marokko bestehen seit Ende 1915 unter dem Namen „Musées Commerciaux" von der französischen Regierung geleitete offizielle Bureaus zur Förderung des französischen Handels mit der besonderen Aufgabe, die Kenntnis französischer Erzeugnisse zu verbreiten und die französischen Kaufleute in ihrem Bestreben, den Platz des deutschen Handels in Marokko einzunehmen, zu unterstützen. Diese Einrichtungen sind, wie die „Ständige Ausstellungskommission für die Deutsche Industrie" mitteilt, nunmehr durch einen Erlaß des französischen Ministerresidenten neu organisiert worden. Ein „Bureau Central des Offices et Bureaux économiques" hat die Oberleitung. Unter ihm stehen Bureaus in Casablanca, Rabat, Marrakesch, Saffi, Meknes und Fez. Die Aufgaben dieser Institute sind Förderung des französischen Handels in jeder Weise, insbesondere durch Auskunfterteilung, daneben durch Förderung des Touristenverkehrs, Stellenvermittlung und Sorge für die Teilnahme ihres Bezirkes an Ausstellungen, Handelsmessen und Wettbewerben.

Verschiedenes.

Kennzeichnung von Starkstrom und Schwachstrom.

[Elektrotechn. u. Maschb. Bd. 36, S. 83.]

F. Drexler weist darauf hin, daß die unterscheidenden Merkmale für Starkstrom und Schwachstrom eindeutig bisher nicht festgelegt wurden, und schlägt folgende Begriffserklärung vor: Jede Anlage, welche zufolge der in ihr verwendeten Stromquelle fähig ist, unter besonderen Umständen soviel Energie zu erzeugen, daß schädliche Wärme- oder Brandwirkungen zustande kommen, oder die solche physiologische Wirkungen erzeugen kann, daß eine Schädigung des Körpers oder gar der Tod des Betroffenen eintritt, ist eine Starkstromanlage; jede andere, die solche Wirkungen nicht zu erzeugen vermag, eine Schwachstromanlage.

Die Ausdehnung der Umsatzsteuer auf die freien Berufe.

Wie sich aus der Begründung des Umsatzsteuergesetzentwurfes ergibt, soll die Umsatzsteuer eine indirekte Steuer sein, die den Gewinn aus dem Vertriebe von Gütern ergreifen soll und, wie man annimmt, auf den Verbraucher abgewälzt werden kann. Eine Anzahl großer und bedeutender Verbände der freien Berufe hat nun an den Reichstag eine Eingabe gerichtet, in der der Reichstag gebeten wird, die Ausdehnung der Umsatzsteuer auf die freien Berufe abzulehnen.

An dieser Eingabe sind u. a. beteiligt:

der Verband der Ärzte Deutschlands,
der Deutsche Ärztevereinsbund,
der Deutsche Anwaltsverein,
der Wirtschaftliche Verband Deutscher Rechtsanwälte,
der Bund Deutscher Architekten,
der Verband selbständiger öffentlicher Chemiker Deutschlands,
der Verein Beratender Ingenieure,
der Verband Deutscher Patentanwälte,
der Prov.-Reichsverband der praktischen Tierärzte Deutschlands,
der Wirtschaftliche Verband Deutscher Zahnärzte sowie
die wirtschaftlichen Verbände bildender Künstler in Berlin, München, Karlsruhe, Stuttgart, Dresden, Hamburg und Leipzig.

Die Eingabe stellt sich nicht auf den Standpunkt, daß der Denkprozeß, durch den

[1]) „Zeitschr. f. Elektrochemie" 1910, Bd. 16, S. 986.
[2]) „Zeitschr. f. Elektrochemie" 1912, Bd. 18, S. 102.

Digitized by Google

die Angehörigen der Verbände ihre Einnahmen erzielen, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus höher zu bewerten sei, als der eines Kaufmanns oder Fabrikanten. Wohl aber betont sie mit Nachdruck, daß die Tätigkeit der freien Berufe sich von der eines Gewerbetreibenden insofern grundsätzlich unterscheidet, als sie nicht wie bei diesem ausschließlich zum Zwecke des Erwerbs ausgeführt wird, vielmehr den wichtigsten Gemeininteressen dient. So erschöpft sich z. B. die Tätigkeit eines Arztes oder eines Rechtsanwalts nicht im Verschreiben von Arzneien bzw. in der Erteilung von Rechtsrat, um Geld zu verdienen, sie fördert vielmehr im öffentlichen Interesse die Erhaltung der Volksgesundheit bzw. die Feststellung des Rechts. Ähnlich verhalte es sich bei den anderen freien Berufen. Die Entwicklung der Kunst sei beispielsweise von jeher der Gradmesser der Kultur eines Staates gewesen. Es stehe fest, daß die Arbeitsleistung der dem freien Berufe Angehörenden, soweit sie rein geistiger Art ist, nicht wie Sachgut vertrieben werden, d. h. durch mehrere Hände gehen kann, vielmehr sich in der Hingabe von Person zu Person erschöpft, also die Ausdehnung der Umsatzsteuer auf die freien Berufe durchaus der inneren Berechtigung entbehrt. Auch sei diese Übertragung der Steuer in hohem Maße ungerecht, denn während der Gewerbetreibende die Umsatzsteuer auf den Verbraucher abwälzen kann und dies unauffällig tun wird, indem er sie bei der Preisbildung berücksichtigt, seien die freien Berufe hierzu nicht in der Lage.

Die Umsatzsteuer, die als Verbrauchssteuer gedacht sei, wirke aber bei den freien Berufen Angehörenden als reine Einkommensteuer. Bei ihnen sei die Umsatzsteuer weiter nichts als ein in die Reichskasse fließender Zuschlag zur Einkommensteuer.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9320.

Betr. Festschrift zur Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Von der Festschrift, die wir anläßlich der Feier unseres 25-jährigen Bestehens herausgegeben haben, ist noch eine genügende Anzahl vorhanden, so daß sie an die Mitglieder abgelassen werden kann. Das Stück wird zum Selbstkostenpreise von M 4.50 berechnet. Bestellungen sind an unsere Geschäftsstelle zu richten. Nach Eingang des Betrages wird die Festschrift portofrei (innerhalb Deutschlands) zugesandt werden.

Der Inhalt der Festschrift ist folgender:

I. Gründung des Verbandes.
II. Allgemeine Entwicklung.
III. Die zum Verbande gehörigen Vereine.
IV. Die Arbeiten des Verbandes.
  1. Die Kommissionen.
  2. Literarische Arbeiten und anderes.
V. Der Verband und die Behörden.
VI. Zusammenarbeiten mit anderen deutschen Vereinigungen.
VII. Zusammenarbeiten mit ausländischen Vereinigungen.
VIII. Max-Günther-Stiftung.
IX. Kriegstätigkeit des Verbandes.

Die Festschrift ist mit 13 Abbildungen, darstellend die bisherigen Vorsitzenden, die Ehrenmitglieder, den früheren und den jetzigen Generalsekretär, ausgestattet.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. G. Dettmar.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Zur Theorie des Torsiographen.

In seiner Besprechung des Torsiographen „ETZ" 1918, S 109, bemängelt Herr G. DUFFING u. a. das Fehlen einer Theorie dieses Apparates und spricht zum Schluß die Erwartung aus, daß sie nicht mehr allzulange auf sich warten lasse. Das beim Torsiographen angewendete in der Veröffentlichung in der „Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing." 1916 angeführte Prinzip, kurz gesagt — einen ruhenden Körper in einer hin- und herbewegten Umgebung durch geeignet elastische Verbindung mit derselben zu schaffen — ist genau das gleiche, wie dasjenige, welches bei allen Seismographen, bei dem Schlickschen Pallographen und sonstigen Apparaten benutzt wird[1]).

In zahlreichen Schriften ist dieses Prinzip bereits erläutert worden. Die neueste deutsche Veröffentlichung ist „H. SAUER: Messung und Rechnung der Fundamentschwingungen", Darmstadt 1916. Im folgenden sei die Theorie kurz wiedergegeben:

Gegeben ist eine träge Masse m_s (Schwungscheibe des Torsiographen), welche mit einer im Vergleich zu ihr praktisch unendlich großen Masse m_b (Bandscheibe mit Maschinenwelle samt den daraufsitzenden Schwungmassen) elastisch verbunden ist. Am Schwungrad m_s greife eine dämpfende, von der Schwingungsgeschwindigkeit der Relativbewegung zwischen Schwungrad und Bandscheibe abhängige Kraft an. Gesucht ist für verschiedene Schwingungszahlen die Größe des Relativausschlags $x_{rel.}$ zwischen Schwungrad und Bandscheibe und seine Phasenverschiebung φ gegenüber dem Ausschlag a_b der Bandscheibe. Die Eigenschwingungszahl des Schwungrades sei ν_e, die Schwingungszahl der zu untersuchenden harmonischen Drehschwankung ν. Der absolute Ausschlag des Schwungrades sei mit x_s bezeichnet, k sei der Dämpfungsfaktor, c sei die Federkonstante. Die Bandscheibe führe eine sinusförmige Zwangsbewegung $a_b \cdot \sin \omega t$ aus.

Es besteht die Beziehung:

$$m_s \cdot \frac{d^2 x_s}{dt^2} + k \cdot \frac{d x_{rel.}}{dt} + c \cdot x_{rel.} = 0,$$

oder da $x_s = a_b \cdot \sin \omega t + x_{rel.}$

ist, ergibt sich

$$m_s \cdot \frac{d^2 x_{rel.}}{dt^2} + k \cdot \frac{d x_{rel.}}{dt} + c \cdot x_{rel.} = m_s \cdot a_b \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t.$$

Daraus ergibt sich für den Beharrungszustand der Schwingungen

$$x_{rel.} = a_b \frac{\left(\frac{\nu}{\nu_e}\right)^2}{1 - \left(\frac{\nu}{\nu_e}\right)^2} \cdot \cos \varphi \cdot \sin (\omega t - \varphi),$$

wobei $\operatorname{tg} \varphi = \frac{k \omega}{c \left[1 - \left(\frac{\nu}{\nu_e}\right)^2\right]}$ ist.

Für $\nu = 6, 9, 18, 36$ und 72 mal ν_e, d. h. für Frequenzzahlen innerhalb des beim Torsiographen anzuwendenden Meßbereichs, sind für das Dämpfungsverhältnis $\frac{a_n}{a_{n+1}} = 4$ die so entstehenden prozentualen Fehler $x_{rel.} - a_b$ und die zugehörigen Phasenwinkel in der folgenden Zahlentafel angegeben:

Schwingungszahl	$6 \cdot \nu_e$	$9 \cdot \nu_e$	$18 \cdot \nu_e$	$36 \cdot \nu_e$	$72 \cdot \nu_e$
Fehler in % $x_{rel.} - a_b$	1,816	0,80	0,20	0,05	0,012
Phasenverschiebung	$8^0\,10'$	$5^0\,23'$	$2^0\,40'$	$1^0\,12'$	$0^0\,24'$

Aus der Zahlentafel folgt, daß innerhalb des Meßbereichs des Torsiographen von irgendwelchen Umrechnungen nicht die Rede sein kann, daß vielmehr die zu untersuchenden Winkelabweichungen mit einer für praktische Zwecke völlig genügenden Genauigkeit durch die von dem Instrument verzeichneten Ausschläge nach Größe und Phase richtig dargestellt werden, ein Ergebnis, das „Ingenieuren, die mit Schwingungsvorgängen einigermaßen vertraut sind", bereits hinreichend bekannt sein dürfte[2]).

Wie aus diesen Ausführungen folgt, ist es bei Bestellung eines Instrumentes zweckmäßig, sowohl die unterste als auch die oberste Grenze der voraussichtlich zur Untersuchung gelangenden Schwingungszahlen anzugeben, um den Meßbereich derselben anpassen, d. h. um die Eigenschwingungszahl des Schwungrades des Torsiographen jeweils möglichst günstig legen zu können.

Es sei noch bemerkt, daß durch den Einfluß der Masse μ des die Ausschläge vergrößert wiedergebenden Schreibzeugs dieselben im Verhältnis $\frac{m_s}{m_s + \mu}$ verkleinert werden.

Der Einfluß der Schreibzeugmasse ist also gerade dem der Elastizität der Kupplungsfeder entgegengesetzt. Er verkleinert die Ausschläge, während jener sie vergrößert. Die Masse, des Schreibzeuges ist ungefähr so gewählt, daß in dem in Betracht kommenden Meßbereich die durch die Elastizität der Kupplungsfeder und des Antriebsbandes entstehenden, an und für sich sehr kleinen Fehler noch weiter möglichst verkleinert werden.

Um völlig sicher zu gehen und vor etwaigen in der Theorie nicht berücksichtigten Nebeneinflüssen sicher zu sein, wurde eine experimentelle Nachprüfung des Torsiographen insbesondere bei sehr hohen Schwingungszahlen — bis zu 15 000 i. d. min — durchgeführt. Über dieselbe berichtete der Verfasser bereits am 25. I. 1918 in einem im Augsburger Bezirksverein deutscher Ingenieure gehaltenen Experimentalvortrag ausführlich. Es sei dieserhalb auf die Nr. 28/29 der Mitteilungen des genannten Bezirksvereins verwiesen.

Augsburg, 18. V. 1918.

Dr. J. Geiger.

Erwiderung.

Die von Herrn Dr. J. GEIGER vorstehend gegebene Theorie des Torsiographen zeichnet sich mehr durch Kürze als durch vollständige und klare Darlegung des mechanischen Verhaltens des Apparates aus. Herr GEIGER berechnet schließlich eine Fehlertabelle auf Grund eines Dämpfungsverhältnisses vom Zahlwert 4, um den Beweis zu erbringen, daß die von seinem Torsiographen gegebenen Resultate ohne Umrechnung (sogar bei Bildung des ersten Differentialquotienten der Winkelabweichung, vgl. Sonderabdruck aus der „Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.", S. 5, unten) weiter verwertet werden können. Woher das angegebene Dämpfungsverhältnis stammt, bzw. wie dasselbe mit dem Instrument zusammenhängt, wird nicht bekanntgegeben.

Auf die Angelegenheit weiter einzugehen, muß ich mir versagen, um so mehr als die Ergebnisse der Eichung des Instrumentes, auf die am Schluß der Arbeit hingewiesen wird, noch nicht in die Öffentlichkeit gedrungen sind. Der in den „Mitteilungen des Augsburger Bezirksvereins" Heft 29, S. 4, enthaltene Satz: „Beim vollständigen Torsiographen zeigte sich, daß bis zur höchsten mit der Einrichtung erreichbaren Schwingungszahl, d. h. bis 8000 Per i. d. min, ebenfalls keine Beeinträchtigung der Genauigkeit stattfand", ist eine Behauptung, für die der Beweis noch erbracht werden muß.

Die Erbringung dieses Beweises könnte u. a. versucht werden, indem man die Maschinenwelle eine genau bekannte Rotationsbewegung (etwa die des umlaufenden Pendels) ausführen läßt und die Bilder, welche der Apparat wirklich gibt, mit denen vergleicht, die er geben müßte.

Solange aber solche Tatsachen in der Öffentlichkeit nicht vorliegen, ist den Ingenieuren, welche die Verantwortung für die aus den Angaben des Apparates gezogenen Schlüsse tragen sollen, äußerste Vorsicht anzuraten.

Berlin, 9. VI. 1918. Georg Duffing.

Wir schließen hiermit diese Erörterung.
D. S.

[1]) Für Instrumente zum Messen der Winkelabweichung bzw. des Ungleichförmigkeitsgrades ist dies Prinzip ebenfalls verwendet worden. Siehe u. a. Schäffer und Budenberg D. R. P. 81572; Franke: „Über die Bestimmung des Ungleichförmigkeitsgrades." „ETZ" 1901, S. 887.

[2]) Ferner folgt daraus, daß es nicht notwendig ist, sich „anscheinend belanglose Vernachlässigungen zu Nutze zu machen, um zu einer einfachen Auswertung der Versuchsergebnisse zu gelangen". Die Bedenken und Behauptungen Duffings sind damit hinfällig und bedürfen keiner weiteren Erörterung. In der Frage, ob für die zur Verwendung gelangende, ebene Spiralfeder, die nur schwach beansprucht wird und eine sehr geringe elastische Formänderung erleidet, das Geradliniengesetz gilt, so überlasse ich das Urteil dem Leser.

LITERATUR.

Besprechungen.

Zur Geschichte der Dynamomaschine. Die Entwicklung des Dynamobaues bei der Firma Siemens & Halske 1866 bis 1878. Von Prof. Dr. Adolf Thomälen. Mit 16 Abbild. 36 S. in 8°. Bd. VII, S. 134, der „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie". Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 8 M.

Zum 50. Jahrestage der Erfindung der sich selbst erregenden Dynamomaschine bringt der Verfasser diese Abhandlung heraus, die einen reizvollen Einblick in das Schaffen von Werner Siemens und einigen seiner Mitarbeiter gewährt. Wir verfolgen, wie sie durch Mühen

Digitized by Google

und Enttäuschungen, doch in unbeirrter Hoffnung, auf manchem Umwege die stromerzeugende Maschine von der ersten glücklichen Idee bis zur Brauchbarkeit im praktischen Betriebe geführt haben. Die Hauptabsicht des Verfassers ist dabei, unter Benutzung von Briefen und von Aussagen von Augenzeugen, einwandfrei klarzustellen, daß und wie Siemens den Gedanken der Selbsterregung selbständig gefaßt, zuerst (1866) deutlich ausgesprochen und bei Maschinen verschiedener Art zur Anwendung gebracht hat. Hierbei setzt er sich besonders mit den Arbeiten von S. Hjorth (1855) auseinander, der neuerdings im Auslande als der erste Entdecker des dynamoelektrischen Prinzips hie und da bezeichnet wird. Ohne dessen Verdienst zu verkleinern, wird betont, daß Hjorth das Wesen der Selbsterregung nicht in der klaren Einfachheit erkannt und vor allem nicht in die Tat umgesetzt habe, wie Siemens. So sei seine in Patentschriften begrabene Idee ohne befruchtende Anregung für andere geblieben.

Wenn auch Prioritätserörterungen für den Unbeteiligten im allgemeinen wenig Interesse haben, so ist es doch gerade in jetziger Zeit nicht gleichgültig, Deutschlands Verdienst an einer grundlegenden und folgenschweren Erfindung, wie der vorliegenden, gegenüber dem des Auslandes aus den Quellen nachzuweisen.

Aus den weiteren Ausführungen geht hervor, daß Siemens gleich nach seiner Entdeckung als wichtige Anwendungen des maschinell erzeugten Stromes, neben der zur Beleuchtung, die zur Kraftübertragung, Minenzündung und Elektrolyse vorausgesehen und durch Versuche betrieben hat. Ferner daß er die Wirkungen der Wirbelströme und der Hysterese beobachtete, ihre Ursachen ungefähr erkannte, aber in deren Wesen noch nicht eindrang. So war er lange Zeit genötigt, seine aus massivem Eisen hergestellten Anker durch Wasserkühlung vor zu hoher Erhitzung zu schützen, worauf v. Hefner-Alteneck eine Maschine mit feststehendem Ankereisen und rotierender Wicklung konstruierte.

Wie dann die Erfindung des Gleichstromankers durch Pacinotti-Gramme diejenige der Trommelwicklung bei v. Hefner zur Folge hatte, wie 1875 die Herstellung des Ankereisens aus Drähten die bisherigen Schwierigkeiten beseitigte, und wie schließlich die bis 1888 verwendete Maschinenform mit Folgepolen sich entwickelte, zeigen die nächsten Abschnitte. Neben den Mitteilungen über die ersten Bogenlampenanlagen mit Einzellichtern interessieren dann besonders Erfahrungen, die im Betriebe der neuen Dynamomaschinen gemacht wurden, z. B. daß es gelang, die lästige Funkenbildung durch Vermehrung der Ankerspulenzahl herabzumindern, daß beim Parallelschalten der Hauptstrommaschinen leicht Umpolarisieren eintrat, welches Übel durch die sogenannte Kreuzschaltung beseitigt wurde usw.

Die letzten Seiten berichten über häufigere Verwendung der Maschinen im praktischen Betriebe zur Beleuchtung, zur Kraftübertragung (1877/78) und in der Elektrometallurgie (1875). Dadurch war der Absatz der Dynamomaschinen so gestiegen, daß diese Abteilung der Firma Siemens & Halske endlich nicht mehr mit Verlust arbeitete.

Durch Abbildungen der Urformen der Siemensschen Maschinen und Bogenlampen wird die anschaulich und fesselnd geschriebene Abhandlung wirksam erläutert. C. Heim.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Magnetismus und Elektrizität. Von Dr. A. Deckert. Mit 95 Abb. VI und 117 S. in 16°. Verlag der J. Köselschen Buchhandlung. Kempten und München 1918. Preis 1 M.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker 1893—1918. Herausgegeben zur Jahresversammlung und Feier des 25-jährigen Bestehens am 1. Juni 1918. Zu beziehen durch die Geschäftsstelle des V. D. E., Berlin SW. 11. Preis 4,50 M. (Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 299.)

Anleitung zur graphischen Ermittelung der Flugbahn eines Geschosses. Von Prof. E. A. Brauer. Mit 8 Abb. 15 S. in 8°. Verlag der Hofbuchhandlung von Fr. Gutsch. Karlsruhe 1918. Preis 1,50 M.

Japans Rüstung für den Handelskrieg. Ein Beitrag zur neuesten Entwicklung der japanischen Außenhandelsförderung. Bearbeitet von Dr. Th. Schuchart. 91 S. in 8°. Herausgegeben von der Deutscher Überseedienst G. m. b. H. Berlin 1918. Preis 2 M.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Städt. Straßenbahn Ludwigshafen a. Rh.[1]) Nach dem Verwaltungsbericht über das Jahr 1916 wurden 2,744 Mill. Wagenkm (2,486 i. V.) gefahren und 14,177 Mill. Fahrgäste (12,430 i. V.) befördert. Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 1,426 Mill. M (1,098 i. V.), die Gesamteinnahmen auf 1,674 Mill. M (1,527 i. V.), die Betriebsausgaben auf 1,367 Mill. M (1,223 i. V.), der Betriebsüberschuß auf 0,307 Mill. M (0,305 i. V.). Die Gewinn- und Verlustrechnung schließt mit 0,260 Mill. M Verlust (0,459 i. V.) ab.

Städtisches Elektrizitätswerk Ludwigshafen a. Rh.[2]) Nach dem Verwaltungsbericht über das Jahr 1916 betrugen die Zahl der Abnehmer 4846 (3887 i. V.), der Anschlußwert 11 574 kW (11 324 i. V.). Von den Pfalzwerken wurden bezogen 7,980 Mill. kWh (7,568 i. V.), verkauft 7,558 Mill. kWh (6,968 i. V.). Der Betriebsüberschuß betrug 0,444 Mill. M (0,425 i. V.), der Ertrag 0,313 Mill. M (0,298 i. V.).

Elektricitätswerk Straßburg i. E.[3]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden einschl. Straßenbahn abgegeben 36,205 Mill. kWh (35,146 i. V.). Der Anschlußwert ohne Straßenbahn betrug 66 418 kW (64,455 i. V.), darunter 30 963 kW Motoren (30 154 i. V.). Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 6,502 Mill. M (6,027 i. V.), der Reingewinn auf 1,149 Mill. M (1,603 i. V.). Es sollen 7% Dividende (10% i. V.) auf 15 Mill. M Aktienkapital verteilt werden.

Sächsische Straßenbahngesellschaft Plauen i. V.[4]). Nach dem Bericht über das 23. Geschäftsjahr 1917 wurden 1,045 Mill. Wagenkm (1,100 i. V.) geleistet und 7,934 Mill. Fahrgäste (5,513 i. V.) befördert. Es entfielen auf 1 Wagenkm 7 59 Personen (5,01 i. V.). Die Einnahme f. d. Wagenkm betrug 77,2 Pf (48,4 i. V.), die Ausgabe 39,55 Pf (29,82 i. V.). Die Gesamteinnahmen betrugen 0,909 Mill. M (0,598 i. V.), der Reingewinn einschl. Vortrag 0,341 Mill. M (0,202 i. V.). Es sollen 7½% Dividende (6 i. V.) auf 2,750 Mill. M gezahlt werden.

Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Baden-Rheinfelden[5]). Nach dem Bericht über das 23. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 2,391 Mill. M (2,352 i. V.) und der Reingewinn einschl. Vortrag 1,047 Mill. M (1,044 i. V.). Hiervon werden 8% Dividende (wie i. V.) auf 12 Mill. M gezahlt.

Städtische Straßenbahn Mainz. Nach dem Verwaltungsbericht über das am 31. März 1917 endende 13. Rechnungsjahr 1916 wurden bei 28,56 km Betriebslänge (26,21 i. V.) 2,618 Mill. Triebwagenkm (2,618 i. V.) und 0,710 Mill. Anhängerkm (0,641 i. V.) gefahren und 20,088 Mill. Fahrgäste (16,071 i. V.) befördert. Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 1,626 Mill. M (1,315 i. V.), die Betriebsausgaben auf 1,107 Mill. M (0,940 i. V.).

Elbtalzentrale A. G., Pirna[6]). Nach dem Bericht über das 7. Geschäftsjahr 1917 wurden nutzbar abgegeben 23,802 Mill. kWh (14,677 i. V.), darunter 23,202 Mill. kWh für Kraft (14,212 i. V.). Der Anschlußwert betrug 24 672 kW (21 117 i. V.). Die Einnahmen betrugen 2,020 Mill. M (1,158 i. V.), der Reingewinn einschl. Vortrag 0,174 Mill. M (0,275 i. V.). Hiervon werden 3% Dividende (4½ i. V.) auf 5 Mill. M gezahlt.

Straßenbahn Hannover[7]). Nach dem Bericht über das 26. Geschäftsjahr 1917 wurden aus dem Bahnbetrieb vereinnahmt 12,137 Mill. M, darunter 0,488 Mill. M aus Güterförderung, aus Licht- und Kraftstromlieferung 1,713 Mill. M, im ganzen 14,244 Mill. M (9,842 i. V.). Von dem Rohgewinn von 5,574 Mill. M (3,188 i. V.) werden 0,519 Mill. M (0,208 i. V.) für Abschreibungen verwendet, 3,6 Mill. M (1,970 i. V.) zurückgelegt und 5½% Dividende (3¾ i. V.) auf 24 Mill. M gezahlt.

Heddernheimer Kupferwerk und Süddeutsche Kabelwerke A. G., Frankfurt a. M.[8]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrug der Rohgewinn 5,684 Mill. M (5,433 i. V.) und der Reingewinn einschl. Vortrag 2,929 Mill. M (2,141 i. V.). Hiervon soll eine Dividende von 10% (wie i. V.) auf 10 Mill. M gezahlt werden. Das Unternehmen besteht seit 65 Jahren und als Aktiengesellschaft seit 25 Jahren.

[1]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1912, S. 97.
[2]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1912, S. 97.
[3]) Bericht über 1915 vgl. „ETZ" 1916, S. 267.
[4]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1911, S. 382.
[5]) Bericht über 1915 vgl. „ETZ" 1916, S. 408.
[6]) Bericht über 1914 vgl. „ETZ" 1915, S. 380.
[7]) Bericht über 1913 vgl. „ETZ" 1914, S. 668.
[8]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 420.

Arbeitsmarkt.

Mai 1918[1]). Die Fabriken von Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren sowie elektromedizinischer Apparate waren im Mai rege beschäftigt. Die Arbeitslöhne zeigen eine ständige Steigerung. In einigen Betrieben war Überarbeit erforderlich. Die Schwach- und Starkstromindustrie meldet einen starken Geschäftsgang; zumeist war Überarbeit erforderlich. Auch die Industrie für Einrichtung elektrischer Anlagen verzeichnet zumeist einen befriedigenden Geschäftsgang, obgleich zuweilen eine gewisse Abschwächung gegenüber dem Vormonat Platz gegriffen hat. Die Kabelwerke und Fabriken zur Herstellung von Isoliermaterial hatten ebenso gut zu tun wie im April. Es herrscht Mangel an Schwer- und Facharbeitern.

14 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. VI. 1918 32 521 männliche (— 1.9% g. Vm.) und 40 604 weibliche (— 6,1% g. Vm.) Pflichtmitglieder. 20 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende Mai 1918 mit insgesamt 12 997 (+ 672 bzw. + 5,5% g. Vj.)[2]) an, die Zahl der Männer ist um 527 auf 6012 gesunken, die der Frauen hat um 1213 zugenommen. Angaben von 20 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 12 997 Beschäftigte (+ 48 bzw + 0,4% g Vm.[3]), darunter. 6012 Männer (— 914); die Zahl der Frauen stieg um 973. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 474 Arbeitsgesuche vor, d. s. 47,5% der 998 angemeldeten offenen Stellen (48% von 1041 i. Vm.; 53% von 893 i. Vj.)[4]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 318. Auf Preußen entfallen 277 Arbeitsgesuche, d. s. 46,5% von 595 Arbeitsgelegenheiten (48,5% von 568 i. Vm.; 51% von 561 i. Vj.); 162 Stellen kamen hier zur Besetzung.

Firmenverzeichnis.

Münchner Röntgen-Röhren-Fabrik, G. m. b. H, München. Gegenstand: Herstellung und Verkauf von Röntgenröhren und Zubehör, Herstellung ähnlicher Gegenstände. Beteiligung bei anderen Unternehmungen. Stammkapital: 45 000 M. Geschäftsführer: Dr. K. Bouterwek, München.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. ub. H., Stuhr. — Elektriziätsgenossenschaft m. b. H., Pontwitz (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Miltitzwalde desgl. Brückenkrug Kr. Kolberg (Haftsumme: je 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: je 100).

Löschungen. Carbone-Licht G. m. b. H. Berlin.

China. Zur Vermeidung der Konkurrenz japanischer Fabrikanten untereinander bei der Ausbreitung des japanischen Handels in China haben sich die Firmen Furukawa, Mitsui, Sumitomo, die Tokyo Electric und andere Fabrikanten zu der China Industrial Company mit einem Kapital von 1 Mill. Yen zusammengeschlossen, welche den Verkauf der von diesen Fabrikanten hergestellten elektrischen Artikel in China bezweckt. Da die bisherige Tätigkeit der Gesellschaft erfolgreich gewesen ist und eine erste Dividende von 10% gezahlt werden konnte, so wird eine Erhöhung des Kapitals von 5 bis 10 Mill. Yen in Erwägung gezogen.

Warenpreise.

Metallpreise an der Londoner Börse[5]). Im Mai 1918 schwankten die Preise für Elektrolytkupfer zwischen 125/121 und 123/119 £, für Standardkupfer betrugen sie dauernd 110 bis 110½ £, für Blei 29½ bis 28½ £, für Zink 54 bis 50 £. Der Preis für Standardzinn stieg zunächst von 360 auf 380 £ und fiel dann bis auf 330/331 £.

[1]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 6. Bericht über April vgl. „ETZ" 1918, S. 272.
[2]) Bei 342 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 6,8%, bei 85 der Maschinenindustrie + 6,0% g. Vj.
[3]) Bei 339 Firmen verschiedener Geschäftszweige ± 0%, bei 86 der Maschinenindustrie + 0,1% g. Vm.
[4]) Für alle Fächer bei Männern 59% (62 i. Vm.; 53 i. Vj.), bei Frauen 85% (89,5 i. Vm.; 96 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.
[5]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 60, 172, 204, 232.

Abschluß des Heftes: 20. Juli 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 1. August 1918.** **Heft 31.**

Einrichtung und Betrieb moderner Maschinenprüffelder.

Von E. Philippi, Berlin-Charlottenburg.

Übersicht. Für Prüffelder von elektrischen Maschinen werden Einrichtung des Gebäudes und der Stromquellen, Anlage der Leitungen und Anschlußtafeln, die zur Verfügung zu haltenden Hilfsmaschinen, mechanischen Maschinenelemente, Schalt- und Sicherheitsapparate, Meß- und Hilfsinstrumente besprochen; daran knüpft sich eine kurze Darstellung des Betriebes im Prüffelde.

Die Einrichtung und die Art des Betriebes im Prüffeld sind wesentlich nicht nur für den Gang der Arbeiten im Prüffelde selbst, sondern ebenso für die Güte der in ihm zu prüfenden Erzeugnisse. Dies wird besonders für die nächste Zukunft zu beachten sein, wo Deutschland seine während des Krieges so stark gesunkene Valuta baldigst wird aufbessern wollen und dabei trotzdem gezwungen sein wird, große Mengen schwer entbehrlicher Rohstoffe aus dem Auslande zu beziehen. Möglichst gesteigerte Ausfuhr gibt die Mittel hierzu; Gegenstand der Ausfuhr wird aber in der Hauptsache deutsche Arbeit sein müssen, deutsche Arbeit in Form von möglichst hochwertigen Erzeugnissen.

Aufgabe des Prüffeldes (als Fabrikabteilung) ist die Prüfung der Maschinen auf ordnungsmäßiges gutes Arbeiten und die Untersuchung, ob allgemeine und besondere Vorschriften und Garantien eingehalten sind.

Bei einer Prüfung elektrischer Maschinen werden zunächst die allgemeinen maschinentechnischen Forderungen zu beachten sein, wie: saubere Arbeit, gutes mechanisches Passen aller Teile, möglichst geräuschloser Gang, genaues Rundlaufen der umlaufenden Teile, genügendes Wellenspiel, Gleichmäßigkeit und richtige Größe des Luftspaltes, ordnungsmäßiges Arbeiten der Lager (Umlaufen der Ölringe, Öldichtigkeit der Lager usw.). Dann aber sind die „Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen usw." (herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker) sinngemäß einzuhalten. Dazu kommen noch die besonderen Fabrikvorschriften, spezielle Vorschriften des Bestellers, des Elektrizitätswerkes, an das die Maschine angeschlossen werden soll, des bestellenden Ortes oder Landes; abgegebene Garantien in bezug auf: Wirkungsgrad, Leistungsfaktor, Erhöhung oder Abfall der Drehzahl bzw. der Spannung bei Entlastung oder Belastung der Motoren oder Stromerzeuger, Regelung der Drehzahl oder Spannung in weiteren Grenzen, Übersetzungsverhältnis bei Umformern, Temperaturerhöhungen, Kühlluft- oder Kühlwassermengen, mechanische Festigkeit bei erhöhter Drehzahl usw.

Die Einrichtung des Prüffeldes muß passend für diese Untersuchungsgebiete sein, so daß sich die nötigen Prüfungen und Messungen zuverlässig und ohne unnötigen Zeitverlust vornehmen lassen.

Das Gebäude ist so einzurichten, daß sich die zu prüfenden Maschinen in die Prüffelder schnell herein- und herausschaffen lassen. Die Prüffelder sollen also zweckmäßig zu den Werkstätten liegen; genügend starke Krane müssen eingebaut sein, sowie passend angeordnete Schienenstränge und Anschlußgleise sowohl für die Wagen, die den Verkehr zwischen den einzelnen von den Kranen bestrichenen Feldern vermitteln, als auch für die Güterwagen der Fernbahn. Zur bequemen Montage der Maschinen dienen Roste und Spannschienen, für ganz große Maschinen besonders gebaute Rostblöcke, Spanneisen und Montagegruben; Spanngerüste für Maschinen, die an der Wand oder an der Decke befestigt werden. Für Übertourenproben wird eine explosionssichere Grube mit entsprechenden Montagegerüsten und Anschlüssen erforderlich sein. Ferner werden Anschlüsse für Kühlwasserzu- und -ableitung gebraucht, Druckluftleitungen zum Ausblasen von Staub aus Maschinen, Steckkontakte für bewegliche Lichtleitungen und Kraftanschlüsse für das Nachdrehen von großen Kollektoren, für das Bohren von Grundplatten usw.

Von besonderer Wichtigkeit ist naturgemäß die elektrische Einrichtung. — Um Maschinen jeder Art prüfen zu können, muß sowohl Drehstrom wie Gleichstrom von allen gebräuchlichen Spannungen zur Verfügung stehen. Die Größe der am meisten angewendeten „normalen" Spannungen ist im Anhang zu den Maschinennormalien des V. D. E. gegeben; für Wechselstrom und Drehstrom haben sich jedoch noch einige andere Spannungen eingebürgert, auch hat das Ausland vielfach von unseren „normalen" abweichende Spannungen.

Als primäre Stromart dürfte stets Drehstrom zur Verfügung stehen, da jede Fabrik, sobald sie eine größere Ausdehnung gewonnen und einen beträchtlicheren Kraftverbrauch aufzuweisen hat, die Werkstätten mit Drehstrom versorgen wird; besonders, seit man auch bei Drehstrom- und bei Wechselstrommotoren die Drehzahl der Antriebsmotoren an den Werkzeugmaschinen wie bei Gleichstrommotoren in weiten Grenzen praktisch verlustlos regeln kann. Durch Verwendung von Drehstrom ist man dann auch bei Einrichtung des Prüffeldes, in dem ja stets bedeutende Energiemengen verbraucht bzw. umgesetzt werden, in weiteren Grenzen unabhängig von der Lage der Stromerzeugungsstelle und nicht allzusehr beschränkt durch Leitungsverluste oder die Kosten der Leitungen.

Da die Maschinen mittlerer Leistung in besonderer Massenfabrikation und größtenteils auf Lager hergestellt, und daher stets in größeren Mengen zu prüfen sein werden, da ferner die Zeit für ihren Temperaturlauf viel kürzer, auch ihre Transport- und Montageverhältnisse ganz andere sind, als dies bei den größeren und ganz großen Maschinen der Fall ist — die auch meist eine viel eingehendere Prüfung verlangen — so wird sich, entsprechend der Teilung in der Fabrikation, eine Teilung des Prüffeldes in eines für große Maschinen und in ein zweites für die kleineren Maschinen praktisch ergeben. Von Prüffeldern für Kleinmotoren soll hier nicht die Rede sein.

Als primäre Drehstromspannung für ein Großmaschinen-Prüffeld dürften z. Zt. etwa 3000 V zweckmäßig sein. Man kann dann unmittelbar an diese Spannung, außer den Motoren für 3000 V auch jene für 5000 V in Dreieck geschaltet zum Temperaturlauf anschließen, da die Wirkung kleinerer Abweichungen in der Betriebsspannung auf die Temperaturerhöhung leicht mit genügender Annäherung umzurechnen ist. Alle anderen Drehstromspannungen sind durch Transformatoren herzustellen, deren Übersetzungsverhältnis durch Umschalten von Spulen und Spulengruppen in weiten Grenzen veränderlich sein muß. Die Größe dieser Transformatoren ist natürlich abhängig von der Größe der zu untersuchenden Maschinen; da man jedoch Maschinen von Niederspannung stets in größerer Anzahl zu prüfen haben wird, so ist es zweckmäßig, außer diesen Einzeltransformatoren noch andere von größerer Leistung und mit festen Übersetzungsverhältnissen aufzustellen, und mit ihnen ein Niederspannungsnetz, bzw. mehrere von je verschiedener Spannung zu speisen.

Zur genauen Einstellung der Spannung, auch für die bei Leerlauf- und Kurzschlußaufnahmen an Asynchronmotoren nötigen verschiedenen Spannungen, haben sich Potentialregler bewährt, die mittels eines kleinen, durch Druckknopfsteuerung betätigten Motors oder auch von Hand eingestellt werden können, und die bei gutem Wirkungsgrad in weiten Grenzen regelbar sind.

Außer dem Drehstrom mit der normalen Periodenzahl von 50 für 1 s wird für Motoren und Stromerzeuger zum Anschluß an Bahnnetze (mit 25 und weniger Perioden) und an Netze in außerdeutschen Ländern, die oft mit anderer Periodenzahl arbeiten, Drehstrom mit beliebig einzustellender Periodenzahl gebraucht. Man erzeugt ihn z. Zt. in der Regel am besten durch Motorgeneratoren, bestehend aus Gleichstrommotor (mit feinstufiger Nebenschluß-Drehzahlregelung in weiten Grenzen) und einem direkt gekuppelten Synchrongenerator; durch Anschluß des Gleichstrommotors an verschiedene Spannungen kann man die Drehzahl des Aggregates noch weiter verändern. Der Stromerzeuger hat am besten normalerweise die Netzspannung von etwa 3000 V, jedoch muß seine Spannung, von kleineren Werten an, feinstufig bis genügend weit über Normalspannung, gegebenenfalls durch Anschließen der Erregerwicklung an verschiedene Gleichstromspannungen, regelbar sein. Mit Hilfe dieser Umformer lassen sich dann auch Leerlauf-, Kurzschluß- und Lastaufnahmen ausführen. Die Größe und Anzahl der Umformer richtet sich wieder nach Größe und Zahl der zu prüfenden Maschinen. Zwei Umformersätze werden aber auch bei kleineren Prüffeldern der Reserve wegen erwünscht sein; man hat dadurch überdies den Vorteil, daß man bei Temperaturläufen gleicher Asynchronmotoren von beliebiger Periodenzahl je zwei kuppeln und den einen als Motor, den anderen als asynchronen Generator arbeiten lassen kann, wobei dann die nötigen, für Motor und Stromerzeuger verschiedenen Periodenzahlen leicht zu erzeugen sind. Die Bedienung der Umformer muß von besonderen Schalttafeln aus geschehen, auf denen alle nötigen Schalt-, Maß- und Sicherheitsapparate in übersichtlicher Anordnung vorzusehen sind.

Bei Prüffeldern für mittlere Maschinen kommen im allgemeinen nur Drehstromspannungen bis 500 (525) V häufiger in Frage. Von der Durchführung des Hochspannungsnetzes kann man hier also wohl absehen; es genügen Anschlüsse an die Niederspannungsnetze. Andere Spannungen lassen sich dann durch Transformatoren (gegebenenfalls in Sparschaltung)

Digitized by Google

herstellen. Umformer für diese Prüffelder brauchen dann auch nur bis zu etwa 550 V Spannung zu reichen, während man nötig werdende höhere Spannungen durch einzelne Transformatoren mit umschaltbaren Spulen erzeugt. Auf Reserve braucht man hier nicht so sehr bedacht zu sein, weil bei eintretendem Defekt diese Umformermaschinen kleinerer Leistung während der Dauer der Ausbesserung wohl stets durch lagermäßige oder im Prüffeld befindliche ersetzt werden können.

Einphasiger Wechselstrom steht durch Anschluß der zu prüfenden Maschinen an nur eine Phase des Drehstromnetzes oder des Umformers zur Verfügung. Zur Erzeugung von zweiphasigem Wechselstrom können die Umformer oder die Transformatoren in Scottscher Schaltung sekundär angeschlossen werden (entsprechende Anzapfungen müßten dazu vorgesehen sein). Andernfalls — und das dürfte sich häufig mehr empfehlen — sind besondere Zweiphasenumformer aufzustellen.

Der für den Betrieb der verschiedenen Umformer nötige sowie der im Prüffeld gebrauchte Gleichstrom wird dann ebenfalls durch Umformer gewonnen. Um alle gebräuchlichen Gleichstromspannungen zur Verfügung zu haben, kann man einem Drehstrom-Gleichstrom-Umformer gleichstromseitig eine Akkumulatorenbatterie parallel schalten, die dann an Abzweigungen jede gewünschte Spannung hergibt. Dabei kommen für den Umformer Hochspannungs-Motorgeneratoren oder Einankerumformer mit Transformator und Zusatzmaschine in Frage. Trotzdem man hier ein großes Umformeraggregat mit hohem Wirkungsgrad verwenden kann, wird doch der Gesamtwirkungsgrad der Anlage durch die Batterie wieder sehr herabgedrückt; außerdem sind die Unterhaltungskosten für die Batterie sehr hoch und ihr Betrieb, infolge der durch den Prüffeldbetrieb bedingten ungleichmäßigen Entladung, kompliziert.

Besser ist die Anordnung mehrerer Hochspannungs-Motorgeneratoren, die gleichstromseitig in Reihe geschaltet sind. Mit Gleichstromdynamos von 65, 110, 110, 110, 110, 65 V Normalspannung und feinstufiger Spannungsregelung in weiteren Grenzen dürften sich alle in der deutschen Praxis gewöhnlich vorkommenden Gleichstromspannungen leicht erzeugen lassen. Als Stromerzeuger wären Nebenschlußmaschinen mit Wendepolen zu wählen. Ihr Erregerstrom wird aber von einem besonderen Erregerumformer zu liefern sein, damit die Dynamospannung bei Belastung nicht zu stark sinkt. Für die Antriebsmotoren hat man die Wahl zwischen Synchron- und Asynchronmotoren. Synchronmotoren haben den Vorteil, daß wegen ihrer konstanten Drehzahl die Spannungsschwankungen der durch sie angetriebenen Gleichstromerzeuger geringer werden; außerdem kann man sie durch Übererregung zur Verbesserung des Netzleistungsfaktors verwenden. Das Erregeraggregat müßte allerdings, wenn keine Batterie vorhanden ist, auf alle Fälle mit Asynchronmotor laufen; von ihm aus könnten dann auch die Umformeraggregate angelassen werden. Den oben erwähnten Vorteilen des synchronen Antriebes stehen aber als Nachteile gegenüber die Komplikation beim Anlassen und die geringere Überlastungsfähigkeit im Vergleich mit Asynchronmotoren. Dieses letztere Moment dürfte im allgemeinen ausschlaggebend sein gegen die Verwendung der synchronen Motoren in einem Betriebe, wo stoßweise und häufig sehr bedeutende Überlastungen oft vorkommen und nicht zu vermeiden sind. Gegen gefährliche Überlastungen müssen die Stromerzeuger durch Höchststromausschalter geschützt werden; jedoch dürfte es gut sein, auch Zeitrelais einzubauen, damit die Automaten nicht bei jeder momentanen Überlastung ausschalten. Die Antriebsanordnung wird zweckmäßig so getroffen, daß immer ein Drehstrommotor zwei beiderseits mit ihm gekuppelte Gleichstromerzeuger antreibt.

Die Leistung der Umformerstation wird wieder von Zahl und Leistung der zu prüfenden Maschinen abhängen. Für das Großmaschinen-Prüffeld und das für mittlere Maschinen wird je eine besondere Umformerstation einzurichten sein; schon damit die im Großmaschinen-Prüffeld auftretenden starken Belastungsschwankungen nicht auf die kleineren Maschinen zurückwirken. Ferner kann bei eintretenden Defekten in einer Umformerstation der Betrieb wenigstens im anderen Prüffelde weitergeführt werden. — Da diese Umformerstationen sehr wesentlich für den Betrieb des ganzen Prüffeldes sind, so ist ihnen größte Aufmerksamkeit zu schenken. Man bringt sie am besten in besonderen Räumen unter, zusammen mit ihren Schalttafeln, auf denen alle zum geordneten und bequemen Betriebe nötigen Schalt-, Meß- und Sicherheitsapparate und -instrumente übersichtlich angeordnet sein müssen; diese Räume müssen dann jedoch vom Prüffelde aus leicht zu erreichen und möglichst auch von dort zu übersehen sein; umgekehrt müssen möglichst von den Schalttafeln der Umformer aus die Prüffelder übersehen werden können.

Die Anschlußpunkte an das elektrische Leitungsnetz sind so zu verteilen, daß die Entfernungen bis zu den Prüfständen möglichst klein sind; — die Leitungen bis zu diesen Anschlußpunkten wären als asphaltierte Bleikabel in leicht zugänglichen Kanälen zu verlegen, wenn möglich die Hochspannungsleitungen feuersicher getrennt von den Niederspannungsleitungen. Blanke Verlegung dürfte in der Regel zu viel Raum beanspruchen.

Für die Hochspannung, vom Netz sowohl wie vom Umformer aus, sind Anschlußkästen mit Ölschalter, Maximalautomat mit Zeitrelais und Nullspannungsauslösung vorzusehen. Die Hochspannungskästen sollen stets verschlossen und ihre Verriegelung nur mittels besonderen Schlüssels vom Meister zu öffnen sein; das Brennen einer roten Signallampe muß an jedem Kasten anzeigen, daß er eingeschaltet ist.

Die Anschlußtafeln für Drehstrom-Niederspannung im Großmaschinen-Prüffeld müssen Trennschalter, Sicherungen (oder Maximalautomaten mit Zeitrelais) und Momentschalter zur Parallelschaltung haben; ferner Volt- und Amperemeter, Voltmeterumschalter und Phasenlampen oder Phasenvoltmeter. Für die Gleichstromtafeln braucht man außer den Trennschaltern und Maximalautomaten bzw. Sicherungen noch einen einpoligen Hebelschalter zum Parallelschalten und einen zweiten einpoligen Hebel zum Kurzschließen des Anlassers, damit man diesen nach Anlauf des Motors abnehmen und ihn gegebenenfalls anderweitig verwenden kann. Ferner sind hier noch nötig: Voltmeter mit Voltmeterumschalter, Amperemeter mit Ausschlag nach beiden Seiten und kleinere Hebelschalter für die Erregeranschlüsse. Die Anordnung auf der Tafel ist so zu treffen, daß man eine Maschine mit der nötigen Gruppe von Meßinstrumenten und Schaltern an jede beliebige Gleichstromspannung anschließen kann. — Im Prüffeld für die kleineren Maschinen werden sich für jeden Prüfstand besondere Tafeln empfehlen, auf denen die nötigen Meß-, Schalt- und Sicherheitsapparate möglichst bequem schaltbar angebracht sind, und auf denen man die Maschinen (z. B. mittels einer Art Linienwähler) an jede beliebige Netzspannung leicht anschließen kann.

Die Verbindung von den Anschlußkästen oder von den Anschlußtafeln zu den Maschinen selbst erfolgt in der Regel durch eisenbandarmierte mehradrige Kabel, schnurumklöppelte Kabel, auch durch starkumklöppelte, oder in Leder eingenähte, oder durch Gummi- oder biegsamen Metallschlauch besonders geschützte Gummiaderleitungen. Die durch zweckmäßige Aufstellung möglichst kurz zu haltenden Hochspannungsverbindungen von Hochspannungstransformatoren zur Maschine werden in Hochspannungs-Gummiaderdraht als Freileitung auf Isolatoren verlegt.

An elektrischem Zubehör müssen zum Anlassen von Motoren Anlasser in genügender Zahl und Größe zur Verfügung stehen; diese können teils fest momtiert und an die Anschlußtafeln angeschlossen oder auch transportabel sein Ebenso muß eine ausreichende Anzahl passend großer, regelbarer Nebenschlußwiderstände vorhanden sein, sowie einstellbare Hauptstrom-Nebenschlüsse zum Einregulieren des Stromes in den Kommutierungswicklungen, in Kompensations- oder in Kompoundwicklungen.

Nicht immer wird sich der Betrieb so einrichten lassen, daß zur Belastung bzw. zum Antrieb der zu prüfenden Maschinen ebenfalls zu prüfende Maschinen entsprechender Größe und Drehzahl zu benutzen sind; namentlich bei großen Maschinen, die oft einzeln bestellt werden, können dabei Schwierigkeiten entstehen. Man wird also im Prüffelde eine ganze Reihe von Antriebs- oder Belastungsmaschinen vorsehen müssen, die sich den durch die zu prüfenden Maschinen gegebenen Bedingungen in bezug auf Leistung und Drehzahl anpassen; als Type für diese Maschine kämen z. Zt. wohl nur Gleichstrom-Nebenschlußmaschinen mit Wendepolen in Betracht. — Im Prüffeld für kleinere Maschinen dürfen auch einzelne Belastungswiderstände nicht fehlen. Dagegen wird man von direkter Bremsung wohl meist absehen; andernfalls müßten mechanische Bremsen, Wirbelstrombremsen, Bremsdynamos usw. vorhanden sein. Ob Wasserwiderstände etwa auch zur Belastung großer Maschinen nötig sind, wird sich nach der Art der anzuwendenden Prüfmethoden richten. In der Regel werden Wasserwiderstände in großem Umfange nur dort Verwendung finden, wo der durch sie bedingte erhöhte Energieverbrauch keine Rolle spielt; z. B. wenn die Werkzentrale durch Wasserkraft angetrieben wird.

An mechanischem Zubehör werden vor allem Riemenscheiben von verschiedensten Durchmessern und verschiedenen — auch durch Buchsen noch zu ändernden — Bohrungen, sowie Riemen zur Übertragung von Leistungen bis etwa 300 oder 400 PS in ausreichender Zahl vorrätig sein müssen; ferner Kuppelungen aller Art für alle in Betracht kommenden Leistungen; Prüflager sowie Prüfwellen für Maschinen, die ohne Welle und ohne Lager geliefert werden; Ventilatoren für Maschinen mit fremder Ventilation, Ölpumpen nebst Leitungen für Maschinen mit Ölumlauf oder mit Druckölschmierung, Einrichtung für Kühlwasserzu- und -ableitung usw.

Außerdem muß für Absperrschranken bei Riemenzügen und bei Hochspannungsplätzen, bei letzteren auch für Warnungsschilder und Signallampen, gesorgt sein.

Ganz besonders reichhaltig ist der Vorrat an Schaltern, Sicherungen und Maximalautomaten bis zu den höchsten Stromstärken und namentlich an Meßgeräten zu halten. Voltmeter werden mit verschiedenen Vorschaltwiderständen je für eine ganze Reihe von Spannungen zu benutzen sein. Zum Messen hoher Wechselspannungen sind dann noch Meßtransformatoren nötig. Für Temperaturläufe wird es im allgemeinen genügen, die Spannung mit Schalttafelinstrumenten — elektromagnetischen oder Hitzdrahtinstrumenten — zu bestimmen; für alle genauen Messungen und für besondere Aufnahmen sind Präzisionsinstrumente zu verwenden. Um dasselbe Voltmeter nacheinander zum Messen verschiedener Spannungen benutzen zu können, werden die betreffenden spannungsführenden Punkte nicht unmittelbar an das Voltmeter gelegt, sondern zunächst an eine Steckdose; das mit Schnur und genügend isoliertem Stecker versehene Voltmeter ist dann gefahrlos an die verschiedenen Spannungen anzuschließen.

Zur Messung von Stromstärken werden elektromagnetische Amperemeter nur bei

Digitized by Google

rohen Bestimmungen der Stromstärken gebraucht, Hitzdrahtinstrumente aber vorzugsweise zur Messung sehr kleiner Wechselströme; hierfür eignen sich diese Instrumente besonders und geben bei sachgemäßer Behandlung recht genaue Werte an. Für genauere Messung von Wechselströmen größerer Stärken dienen (dynamometrische) Präzisionsinstrumente in Verbindung mit Stromwandlern, während man zur genauen Messung von Gleichströmen jeder Größe (Drehspul-) Präzisionsinstrumente mit Nebenschluß benutzt. Von den Wechselstromamperemetern müssen in der Regel drei Stück für jeden Meßbereich vorhanden sein, damit man den Strom in den 3 Phasen von Drehstrommotoren gleichzeitig messen kann.

Als Leistungsmesser kommen nur Präzisionswattmeter in Frage, von denen je 2 für gleichen Meßbereich eingerichtet sein müssen, zur Messung der Leistung von Drehstrom. Die Wattmeter sind zweckmäßig für mehrere Strommeßbereiche umschaltbar zu wählen; zur Anwendung desselben Instrumentes bei verschiedenen Spannungen dienen besondere Vorschaltwiderstände mit mehrerer Anschlüssen. Für die Umkehrung der Stromrichtung in der Wattmeter-Spannungsspule bei Übergang von positiven zu negativen Ausschlägen oder umgekehrt, müssen hochisolierte Umschalter ohne Unterbrechung vorhanden sein.

Sehr zweckmäßig ist es, für die zahlreichen Aufnahmen an Drehstrommotoren besondere transportable Meßtische herzurichten, die mit festmontierten Leitungen für die anzuschließenden Instrumente und Apparate, mit Wattmeterumschaltern und Momentschalthebeln (zum Kurzschließen der Amperemeter beim Anlassen) zu versehen sind, derart, daß drei Amperemeter mit ihren Stromwandlern, sowie ein Voltmeter und 2 Wattmeter mit Vorschaltwiderständen in übersichtlicher Anordnung leicht und bequem anzuschließen sind. Für andere Aufnahmen sind eine Reihe von einfachen Holztischen zu halten, auf welche die Instrumente gelegt werden können.

An sonstigen Instrumenten sind ferner nötig: Tachometer für verschiedene Meßbereiche, sowie einfache Tourenzähler; Stoppuhren; Schlüpfungsmesser (aperiodisches Gleichstromvoltmeter mit Ausschlag nach beiden Seiten) mit zugehörigen Kontaktspitzen zum direkten Anlegen an die Schleifringe und mit Induktionsspulen zur Bestimmung des Schlupfes mit Hilfe der Streuung; Magnetnadeln (Kompaß) zur Bestimmung der Polarität von Maschinenpolen; Wismutspiralen zur Messung magnetischer Feldstärken; Phasenlampen zum Parallelschalten von Wechselstrom- oder Drehstrommaschinen; Metallfadenlampen mit möglichst dünnem Leuchtdraht zur Prüfung auf konstante Spannung bei Maschinen mit Spannungsteilern; verschiedene starke Federwagen mit Aufhängevorrichtung zur direkten Aufnahme von Anzugsmomenten; eine große Zahl von Thermometern, auch in verschiedenen Formen; Meßgefäße für Kühlwassermengen; Anemometer zur Messung von Luftgeschwindigkeiten, sowie kommunizierende Röhren zur Messung von Druckhöhen (mit Hilfe deren man ebenfalls Luftgeschwindigkeiten durch Rechnung ermitteln kann). Ein Drehfeldanzeiger wird oft gute Dienste leisten, wogegen ein Phasenmesser zu entbehren, wenn auch häufig angenehm ist. Durchaus nötig wird aber ein Oszillograph sein zur Aufnahme von Strom- und Spannungskurven.

Für die Widerstandsmessungen müssen vollständige Wheatstone- und Thomson-Brücken in möglichst bequemer und zweckmäßiger Anordnung vorhanden sein. Besonders kleine Widerstände (von Hauptstromwicklungen usw.) werden am besten mittels Strom und Spannung gemessen.

Eine Messung des Isolationswiderstandes wird in den „Normalien" nicht vorgeschrieben; wohl aber eine Prüfung auf Isolierfestigkeit (Durchschlagprobe). Hierzu dienen fahrbare Transformatoren mit einem vor die Primärwicklung geschalteten feinstufig regulierbaren Widerstand und mit sekundär angeschlossenem (für höhere Spannungen statischen) Voltmeter. Mehrere solcher Transformatoren werden nötig sein für die verschiedenen Maximalspannungen; ihre Leistung braucht nur klein zu sein (z. B. 0,5 bis 1 kW für Maschinen bis etwa 100 PS), muß aber für größere Maschinen entsprechend hoch gewählt werden, wegen der — namentlich bei hohen Spannungen — oft nicht unbedeutenden kapazitativen Ladeströme.

Die im Prüffeld dauernd benutzten Meßinstrumente werden durch die beständigen Erschütterungen, durch fortwährenden Transport und durch häufige Überlastung einer nicht zu seltenen Nacheichung dringend bedürfen. Es wird daher unbedingt nötig sein, im Anschluß an das Prüffeld eine Eichstation einzurichten, in der sämtliche Meßinstrumente mit Normalinstrumenten bequem verglichen werden können; diese Eichungen sind in nicht zu langen — am besten regelmäßigen — Zwischenräumen — auch ohne besonderen Anlaß — zu wiederholen; der Tag der letzten Eichung ist auf der Eichkurve zu vermerken. Die Normalinstrumente dürfen naturgemäß ausschließlich für Eichzwecke benutzt, und müssen in bestimmten Zwischenräumen selbst zuverlässig nachgeeicht werden.

Alle nicht fest installierten Meßinstrumente und Apparate sind in einem besonderen „Lager" aufzubewahren, wo sie vor und nach jedem Gebrauch auf äußere Vollständigkeit kontrolliert und an die Monteure nur gegen Quittung abgegeben werden.

Der Betrieb im Prüffelde ist so einzurichten, daß die fertiggestellten Maschinen ohne Verzug geprüft werden, und daß die Prüfungen, unbeschadet ihrer Gründlichkeit und Zuverlässigkeit, nur ein Mindestmaß an Zeit und elektrischer Energie erfordern.

Bei großen Maschinen muß daher dem Prüffelde der voraussichtliche Zeitpunkt der Anlieferung ins Prüffeld gemeldet werden, sobald die Fertigstellung so weit vorgeschritten ist, daß dieser Zeitpunkt mit genügender Sicherheit anzugeben ist. Dann kann über die Prüfplätze disponiert werden, und man kann mit den Fabrikationsabteilungen eine gegebenenfalls notwendige Beschleunigung oder zulässige Verzögerung der Montage im Prüffeld vereinbaren. Hierbei wird besonders auch der Gesichtspunkt zu beachten sein, daß man möglichst die zu prüfenden Maschinen aufeinander bzw. miteinander arbeiten läßt und dadurch — unter möglichster Ersparnis an elektrischer Energie — dann mehrere Maschinen gleichzeitig prüft. Bei derartig vorschauender Disposition wird man dann auch seltener Schwierigkeiten haben mit besonderen Antriebs-, Belastungs-, oder Stromerzeugungsmaschinen. Bei Bestellungen von mehreren, gleichen Maschinen oder Aggregaten wird man es so einrichten, daß möglichst immer 2 davon gleichzeitig fertig werden, die man dann aufeinander arbeiten läßt. Für besondere Maschinen sind auch sämtliche Hilfsapparate, wie Anlaßtransformatoren, Spezialschalter, Spezialwiderstände und Anlasser, Regler, besondere Meßinstrumente usw. vorher zu beschaffen, damit bei der Prüfung keinerlei Verzögerung eintritt. — Bei mittleren und kleineren Maschinen wird es naturgemäß weniger Schwierigkeiten machen, ähnliche oder gleiche zu finden; auch sind für diese, außerhalb des Prüffeldes fertigmontierten Maschinen die geeigneten Prüfplätze leicht zu bestimmen, so daß hier eine vorherige Anmeldung der Fertigstellung und Verabredung, die ja auch der großen Anzahl wegen nur schwer durchführbar wäre, meist nicht nötig sein dürfte.

Steht Energie zu besonders geringem Preise zur Verfügung — etwa durch eine Wasserkraft — so ist es natürlich einfacher, selbst bei großen Maschinen direkt auf Wasserwiderstände zu arbeiten. Andernfalls wird man nur ganz ausnahmsweise und nur bei kleineren Maschinen auf Widerstände arbeiten oder Motoren mechanisch abbremsen, die erzeugte Energie vielmehr tunlichst immer in das Netz zurückgeben. Der Energieverbrauch im Prüffelde beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Menge, die zur Deckung der Verluste dient.

Nach der Fertigstellung der Maschinen müssen sie an Hand der Bestellung, bzw. eines Auszuges daraus, äußerlich kontrolliert werden, ob Art der Kapselung, Drehrichtung, Art und Ort der Anschlüsse, Luftspalt — bei direkt zu kuppelnden Maschinen auch die Achsenhöhe — usw. den gestellten Forderungen entsprechen.

Nachdem dann die Widerstände der kalten Maschinenwicklungen gemessen sind, kann die weitere Prüfung vor sich gehen. Über die gesamte Prüfung muß für jede Maschine ein genaues Protokoll geführt werden. Was außer Leerlauf bei kalter und warmer Maschine, Kurzschluß (meist nur bei Wechselstrom bzw. Drehstromgeneratoren und -motoren), Rotorspannung für Drehstrommotoren (bei stillstehendem Rotor) und dem Temperaturlauf ferner noch aufzunehmen ist, richtet sich ganz nach den besonderen Garantien, sowie nach den Prüfungsmethoden und nach der Methode ihrer Auswertung. Über diese letzteren hier selbst kurze Ausführungen zu machen, würde zu weit führen und bleibt gegebenenfalls einem späteren Aufsatz vorbehalten. — Nach dem Temperaturlauf sind sofort die Widerstände der Wicklungen und alle nötigen Temperaturen zu messen; darauf sind die Durchschlagsproben und erforderlichenfalls eine Übertourenprobe vorzunehmen (nach einer Übertourenprobe wäre die Durchschlagsprobe zu wiederholen.)

Auf dem Prüfungsprotokoll sind auch sämtliche Daten der Maschine, wie Fabrikationsnummern für Stator und Rotor, Type, Leistung, Spannung, Drehzahl, Periodenzahl, Stromstärke, Art der Kapselung, Wickelschemas, Besteller usw. einzutragen, sowie Vermerke, aus denen man das mechanische Verhalten der Maschine bei der Prüfung entnehmen kann.

Ist die Maschine aus irgend einem Grunde zu beanstanden, so muß sie unter Angabe des Fehlers und gegebenenfalls auch Angabe der vorzunehmenden Änderung in die Fabrikationsabteilung zurückgeliefert werden. Dieses Spiel kann sich gegebenenfalls mehrfach wiederholen, sei es, daß die alten Fehler noch nicht völlig beseitigt sind, sei es, daß bei erneuter Prüfung neue Fehler auftauchen. Dies ist ein ganz besonders wichtiger Punkt, und hierdurch erhält das Prüffeld die Möglichkeit, auf die Güte der Erzeugnisse einen durchaus maßgebenden Einfluß zu gewinnen. Die Art der Fehler und ihre Beseitigung sind auf dem Prüfungsprotokoll zu vermerken. Außerdem ist über die Art der Fehler gesondert Buch zu führen (gegebenenfalls mittels Kartei), damit häufiger wiederkehrende Fehler von Grund aus abgestellt werden können. Ist die Maschine fertig geprüft, so wird das Prüfungsprotokoll von dem prüfenden Ingenieur vervollständigt und unterzeichnet.

Nachdem das Protokoll sorgfältig und eingehend nachgeprüft, ausgearbeitet und „in Ordnung befunden" ist, kann die Maschine an das Versandlager geliefert werden. Über alle angelieferten oder als fehlerhaft gemeldeten, sowie über die fertig geprüften Maschinen ist sorgfältig und übersichtlich Buch zu führen (gegebenenfalls mittels Kartei). Sofort nach der Prüfung müssen auch von dem prüfenden Ingenieur Angaben für getrennt zu prüfende Regulatoren und nachträglich anzufertigende Vorschaltwiderstände, Nebenschlüsse usw. an die zuständige Stelle weitergeleitet werden; ebenso ist den Konstruktions-

Digitized by Google

und Berechnungsabteilungen von etwa vorgenommenen Änderungen umgehend Kenntnis zu geben.

Bei einem derartig durchgeführten Betriebe, der hier nur oberflächlich skizziert werden kann, und dessen Organisation naturgemäß in Einzelheiten noch mannigfaltig zu variieren und zu verfeinern ist, wird ein in der beschriebenen Weise eingerichtetes Prüffeld unter energischer Leitung seine Aufgaben zur Zufriedenheit erfüllen können: die fertigen Maschinen werden schnell und eingehend geprüft, Mängel und Fehler in Berechnung, Konstruktion, Material und Fabrikation werden aufgedeckt und können in ihren Ursachen beseitigt werden.

Ein in solcher Art gut arbeitendes Prüffeld wird dann auch sehr wesentlich dazu beitragen, die Güte der Erzeugnisse auf einen hohen Stand zu bringen, so wie er in Zukunft mehr denn zuvor von der deutschen Industrie gefordert werden muß.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Bestimmung der Wählerzahl in automatischen Fernsprechämtern.

Von **T. Engset**, Kristiania.

Übersicht. **Nach einer Definition der Wahrscheinlichkeit für zeitlich nicht zusammenfallende Ereignisse wird eine Formel für das Zusammentreffen mehrerer solcher Ereignisse abgeleitet, die jedoch zur Ausrechnung zu unbequem ist, da ungleiche Dauer für die einzelnen Ereignisse angenommen ist. Nach Gleichsetzung der Dauer der einzelneu Ereignisse (d. h. gleiche Sprechdauer für jeden Teilnehmer) geht die Formel über in eine von Erlang bereits bekannt gegebene Form.**

Mit dieser Formel wird die Verlustziffer für den Fernsprechverkehr über eine beschränkte Anzahl von Verbindungswegen berechnet, wobei die Formel die Teilnehmerzahl, die Sprechdauer und die Zahl der Verbindungsleitungen enthält. Die Abbildungen zeigen eine nahe Übereinstimmung mit Erfahrungswerten.

I. Einleitung.

Die Definition der mathematischen Wahrscheinlichkeit mag, wie bekannt[1]), folgendermaßen aufgestellt werden:

I. Unter der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses wird der Quotient aus der Anzahl der ihm günstigen Fälle durch die Anzahl aller gleichmöglichen Fälle verstanden.

Diese Definition ist, wie man sieht, auf soche Ereignisse angepaßt, die in zählbaren Fällen auftreten können. Hat man z. B. eine Urne mit N Kugeln, von welchen m weiß und n schwarz sind ($m + n = N$), so ist die Wahrscheinlichkeit, beim Herausholen einer einzigen Kugel aus der Urne blindlings eine weiße Kugel zu ziehen, gleich $\frac{m}{N}$. Die Wahrscheinlichkeit, eine schwarze Kugel zu ziehen, ist $\frac{n}{N}$.

Wenn es sich dagegen um Ereignisse temporärer Natur handelt, d. h. Erscheinungen, die in zufälligen Zeitintervallen auftreten, können und wollen wir die Definition der Wahrscheinlichkeit in der folgenden abgeänderten Form geben:

II. Unter der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses temporärer Natur wird der Quotient aus der Summe der ihm günstigen Zeitintervalle durch die Dauer der ganzen, für das mögliche Auftreten des Ereignisses in Betracht kommenden Zeit verstanden.

Die mathematische Wahrscheinlichkeit ist ein echter Bruch. Wir bezeichnen diese Größe durch den Buchstaben p. Die Grenzen der Wahrscheinlichkeit, $p = 0$ und $p = 1$, werden beziehungsweise als Unmöglichkeit und Gewißheit bezeichnet. Die Wahrscheinlichkeit $(1 - p)$ nennt man die zu p konträre Wahrscheinlichkeit.

Die Ereignisse, die für die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf den Fernsprechverkehr in erster Linie in Betracht kommen, sind:

a) Anrufe, die als momentane Ereignisse gedacht werden;

b) Belegungen oder Besetzungen von Leitungen und damit verbundenen Einrichtungen, welche als dauernde Ereignisse zu betrachten sind und sowohl momentanen als andauernden Betrachtungen unterworfen werden können.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung fußt auf zwei elementaren Regeln, die als die Hauptsätze derselben bezeichnet werden mögen, und welche aussagen:

1. Die totale Wahrscheinlichkeit dafür, daß von mehreren Ereignissen, deren Wahrscheinlichkeiten $p_1, p_2, p_3, \ldots, p_n$ sind, entweder das erste oder das zweite oder das dritte oder ... oder das n-te eintritt, ist
$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + p_n.$$
2. Die zusammengesetzte Wahrscheinlichkeit dafür, daß von mehreren Ereignissen sowohl das erste als auch das zweite als auch das dritte als auch ... das n-te Ereignis eintritt, ist
$$p = p_1\, p_2\, p_3 \ldots p_n.$$

II. Wahrscheinlichkeitstheoretische Beschreibung des Verkehrs.

Wir nehmen zunächst an, daß wir uns mit n Teilnehmern, $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_n$, beschäftigen, deren Gespräche (als Folge von ausgehenden Anrufen) in einer ideellen Zentrale durch n Schnüre oder Zentralleitungen abgewickelt werden können. Eine Verhinderung durch Mangel an Zentralleitungen kann also nicht eintreten. Wir sehen von solchen Hindernissen ab, die durch schon gemachte Besetzungen von Leitungen der angerufenen Teilnehmer entstehen.

Wir betrachten die regste Stunde des Tages während einer ziemlich langen Zeit (z. B. einige hundert Tage umfassend).

Die einzelnen Teilnehmer benutzen ihre Fernsprechapparate dem Anschein nach ganz unregelmäßig. Die Benutzung entspricht jedoch den Bedürfnissen jedes Teilnehmers, und diese Bedürfnisse sind durch den Charakter und die Tätigkeit des betreffenden Teilnehmers bestimmt. Infolge davon können und wollen wir voraussetzen, daß die selbstverlangte Benutzung des Telephons eines bestimmten Teilnehmers während der regsten Stunde des Tages im Laufe eines bestimmten, hinlänglich großen Zeitraums durchschnittlich der Dauer dieses Zeitraums annähernd proportional ist.

Die Zahl der betrachteten Stunden nennen wird die totale Zeit T, die den Bedürfnissen des Teilnehmers A_i entsprechende Zeit der selbstverlangten Benutzung seines Apparates während der totalen Zeit nennen wir seine totale Sprechzeit t_i (in Stunden gemessen). In Analogie mit der Definition (II) nennen wir den Quotienten $\frac{t_i}{T} = p_i$ die Sprechwahrscheinlichkeit des Teilnehmers A_i. Die Größe p_i wird als angenähert konstant angesehen.

Wir wollen die Wahrscheinlichkeiten P_0, P_1, ..., P_r, ..., P_n berechnen, daß wir in der regsten Stunde bzw. 0, 1, 2, ..., r, ..., n der vorhandenen Zentralleitungen belegt finden.

Um die Durchführung dieser Berechnung zu erleichtern, wollen wir ein Paar leicht verständliche Produktsymbole anwenden. Wir wollen ein Produkt von r aus n gegebenen Größen $p_1, \ldots, p_n$ bilden und dieses mit $\overset{(r)}{\underset{(n)}{\pi}} p_i$ bezeichnen, indem eine beliebige Größe p_i nur einmal in einem beliebigen Produkt sich befindet. Infolge der Kombinationslehre kann man auf diese Weise im ganzen
$$\frac{n\,(n-1)\,\ldots\,(n-r+1)}{1\,.\,2\,\ldots\,r} = \binom{n}{r}$$
Produkte bilden. Jedes dieser Produkte wollen wir uns mit einer Nummer versehen denken, indem wir die Zahlenreihe 1, 2, ..., j, ..., $\binom{n}{r}$ benutzen und die Nummer in einer Klammer vor dem Produkt anbringen, folgendermaßen:
$$(j)\ \overset{(r)}{\underset{(n)}{\pi}} p_i.$$
Die Bezeichnung (n) unter π mag weggelassen werden, wo dadurch kein Zweifel entstehen kann. Wenn wir ein Produkt von r Wahrscheinlichkeiten gebildet haben, so wollen wir aus den n-r übrigbleibenden Größen p das Produkt der diesen letzten entsprechenden konträren W. bilden. Ein solches Produkt wollen wir allgemein mit $\overset{(n-r)}{\underset{}{\pi}} (1 - p_k)_{k\,i}$ bezeichnen. Die Anzahl dieser Produkte (Kontraprodukte) wird ebenfalls $\binom{n}{r}$ sein. Das Kontraprodukt wird mit derselben Nummerangabe versehen wie das entsprechende Hauptprodukt. Wenn wir das Produkt von diesen beiden Produkten aufstellen, ist demgemäß eine einzige Nummerangabe ausreichend. Eine Summe aller so gebildeten Produkte für eine bestimmte Anzahl r wollen wir auf gewöhnliche Weise mit
$$\sum_{j=1}^{j=\binom{n}{r}} (j)\ \overset{(r)}{\underset{(n)}{\pi}} p_i\,.\ \overset{(n-r)}{\underset{(n)}{\pi}} (1 - p_k)_{k\,i}$$
bezeichnen.

Durch Anwendung der beiden genannten Hauptsätze finden wir, indem wir uns erinnern, daß sowohl die Sprechwahrscheinlichkeiten p als die dazu konträren Wahrscheinlichkeiten (Nicht-Sprechwahrscheinlichkeiten) $1 - p$ in Betracht gezogen werden müssen, als Darstellung der Belegungswahrscheinlichkeiten:

$$P_0 = \overset{(n)}{\underset{}{\pi}} (1 - p_k). \quad \ldots \quad (1$$

$$P_1 = \sum_{j=1}^{j=n} (j)\ \overset{(1)}{\underset{}{\pi}} p_i\,.\ \overset{(n-1)}{\underset{}{\pi}} (1 - p_k)_{k\,i},$$

$$P_2 = \sum_{j=1}^{j=\binom{n}{2}} (j)\ \overset{(2)}{\underset{}{\pi}} p_i\,.\ \overset{(n-1)}{\underset{}{\pi}} (1 - p_k)_{k\,i},$$

$$P_x = \sum_{j=1}^{j=\binom{n}{x}} (j)\ \overset{(x)}{\underset{}{\pi}} p_i\,.\ \overset{(n-x)}{\underset{}{\pi}} (1 - p_k)_{k\,i},$$

$$P_n = \sum_{j=1}^{j=\binom{n}{n}} (j)\ \overset{(n)}{\underset{}{\pi}} p_i\,.\ \overset{(0)}{\underset{}{\pi}} (1 - p_k)_{k\,i} = \overset{(n)}{\underset{}{\pi}} p_i = p_1\, p_2\, p_3 \ldots p_n.$$

$$P_0 + P_1 + P_2 + \ldots + P_x + \ldots + P_n = 1.$$

Die entsprechenden Belegungszustände bezeichnen wir durch $B_0, B_1, B_2, \ldots, B_x, \ldots, B_n$. In der regsten Stunde des Tages sind von den zur Verfügung stehenden n Zentralleitungen 0, 1, 2, 3, ..., n Leitungen in durchschnittlich bzw. $P_0, P_1, P_2, P_3, \ldots, P_n$ Teilen der Stunde belegt. Während der betreffenden Zustände werden in der regsten Stunde durchschnittlich bzw. $0\,.\,P_0 + 1\,.\,P_1 + 2\,.\,P_2 + 3\,.\,P_3 \ldots + n\,.\,P_n = p_1 + p_2 + \ldots + p_i + \ldots + p_n = y$ Geprächsstunden abgewickelt.

Die Größe y wird die Gesprächsdichte oder Verkehrsintensität der regsten Stunde genannt. Sie ist gleich der durchschnittlichen Summe der Gesprächsstunden der n Teilnehmer in der genannten Stunde (oder gleich der durchschnittlichen Summe der Gesprächseinheiten derselben Teilnehmer in der Zeiteinheit) oder gleich der durchschnittlichen Anzahl der

[1]) Vgl. E. Czuber: „Wahrscheinlichkeitsrechnung", 1914, Bd. 1, S. 16.

Digitized by Google

gleichzeitig bestehenden Belegungen oder endlich gleich der durchschnittlichen Anzahl der Anrufe während der durchschnittlichen Gesprächsdauer der genannten Stunde.

In der Wirklichkeit, d. h. im praktischen Betriebe, haben die n Teilnehmer zur gemeinsamen Verfügung nicht n Zentralleitungen, sondern nur eine kleinere Anzahl solcher Leitungen. Diese Anzahl sei x. Dann können nur die Zustände von 0, 1, 2, ..., r ...., x Belegungen existieren. Die entsprechenden Wahrscheinlichkeiten mögen durch (P_0), (P_1), (P_2), ..., (P_r), ..., (P_x), deren Summe gleich 1 ist, bezeichnet werden. Diese Wahrscheinlichkeiten gehen aus den Größen P_0, P_1, P_2, ... hervor, indem die Wahrscheinlichkeit $(P_{x+1} + P_{x+2} + ... + P_n) = W_u$ durch das Verschwinden der Zustände $B_x + 1$, $B_x + 2$, ..., B_n einen Zuwachs der genannten Größen P_0, P_1, P_2, ..., P_x verursacht, d. h. es findet eine Überführung von W_u in die Summe $P_0 + P_1 + P_2 + ... + P_x$ statt. Die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Bestehens der Belegung von r Zentralleitungen oder des Zustandes (B_r) und der „Überführung" ist $(P_r)\,W_u$ und dürfte gleich dem in (P_r) enthaltenen, von der Überführung herrührenden Zuwachse sein. Wir haben also

$$(P_r) = P_r + (P_r)\,W_u, \text{ oder}$$

$$(P_r) = \frac{P_r}{1 - W_u} = \frac{S_r}{1 + S_1 + S_2 + \ldots + S_r + \ldots + S_x},$$

$$(r = 0, 1, 2, \ldots, x) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2^1)$$

wo $$S_r = \sum_{j=1}^{j=\binom{n}{r}} (j)\,\pi^{(r)} \frac{p_i}{1 - p_i}$$

indem wir P in (1) in zweckmäßiger Weise umformen. Durch (P_0), (P_1), ..., (P_x) wird die Abwicklung des Verkehrs annähernd vollständig bestimmt.

Wenn in S_r $p_1 = p_2 = p_3 = \ldots = p_n = p$ und darauf $n = \infty$, $n_p = y$ gesetzt werden, so verwandeln sich die $x + 1$ Formeln (2) in

$$[P_r] = \frac{y^r}{r!\left(1 + \frac{y}{1!} + \frac{y^2}{2!} + \frac{y^3}{3!} + \cdots \frac{y^x}{x!}\right)},$$

$$(r = 0, 1, 2, \ldots, x),$$

welche Formeln schon früher von Herrn A. K. Erlang in Kopenhagen aufgestellt worden sind (vgl. die Abhandlung „Lösning af nogle Problemer fra Sandsynlighedsregningen af Betydning for de automatiske Telefoncentraler"[2]) in „Elektroteknikeren", Kopenhagen, Januar 1917). Die in (2) gegebene, allgemeine, angenäherte Lösung der vorliegenden Aufgabe schließt also die Formeln des Herrn Erlang als Spezialfall in sich ein. Die Formeln (2), die mit Beachtung der Erlangschen Formeln ausgearbeitet sind, enthalten also die Aussage, daß diese letzten Formeln für den extremen Fall gültig sind, daß 1. alle Teilnehmer gleich viel sprechen, und 2. daß zugleich die Anzahl der Teilnehmer, $n = \infty$ oder ungeheuer groß ist, während $p = \frac{y}{n}$ ist, d. h. jeder Teilnehmer unendlich wenig oder verschwindend wenig spricht.

III. Berechnung der Verlustziffer des Verkehrs.

Wenn nur eine beschränkte Zahl von Zentralleitungen zur Verfügung stehen, wie dies in einem automatischen Fernsprechamte der Fall sein muß, und wenn die Wähler ohne Warteeinrichtungen sind, so wird die Durchführung einiger Anrufe wegen möglicher Besetzung aller den n Teilnehmern gemeinsamen Leitungen oder Wähler unmöglich. Um die gewünschten Verbindungen zu erhalten, müssen die Teilnehmer diese Anrufe wiederholen. Diese Wiederholungen gehen in die Verkehrsintensität (Anrufintensität) y ein. Der Verkehr, der abgewickelt wird (die Abwicklungsintensität), sei durch y' bezeichnet.

$$\psi = \frac{y - y'}{y}$$

wird die Verlustzahl oder die spezifische Hinderung des Verkehrs (der Hinderungsgrad) genannt.

Wir haben:

$$y' = 0\,.\,(P_0) + 1\,.\,(P_1) + 2\,.\,(P_2) + \ldots + x\,.\,(P_x).$$

Also:

$$\psi = 1 - \frac{\sum_{r=1}^{r=x} r\,.\,S_r}{y\,.\sum_{r=0}^{r=x} S_r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

Die Ausrechnung von ψ nach der allgemeinen Formel würde mit ungeheuren Schwierigkeiten verbunden sein. Wir müssen also eine Vereinfachung machen. Dies geschieht dadurch, daß wir $p_1 = p_2 = p_3 = \ldots = p_n = \frac{y}{n} = \frac{1}{m}$ setzen. Das heißt, wir nehmen die Sprechwahrscheinlichkeiten der einzelnen Teilnehmer gleich groß an, während die Anzahl der Teilnehmer unverändert bleibt (vgl. Schlußbemerkungen zu Kapitel II).

Wir erhalten in dieser Weise

$$\psi_{m\,x\,y} = 1 - \frac{1}{y}\sum_{r=0}^{r=x} r\,.\,P_r, \quad . \quad . \quad (4$$

wo

$$P_r = \frac{\binom{m\,y}{r}}{(m-1)^r \sum_{i=0}^{i=x} \binom{m\,y}{i}(m-1)^i}.$$

$m = \frac{n}{y}$ sei die charakteristische Zahl des Verkehrs genannt.

Um die Verlustzahl berechnen zu können, müssen wir also nach unserem Verfahren drei Größen kennen: Die charakteristische Zahl m (die umgekehrte Verkehrsstärke für den Teilnehmer), die ganze, in Frage kommende Verkehrsintensität y und die Leitungs- oder Wähleranzahl x. Für die Berechnung wählen wir immer ganzzahlige Werte von m und y.

Für die Praxis können wir zweckmäßig $m - 1 = 10, 20, 30, 40, 50$ benutzen. Für einen bestimmten Wert von m können wir die aus den verschiedenen Werten von x und y resultierenden Verlustzahlen berechnen und finden durch Interpolation die einer bestimmten Verlustzahl (z. B. 0,001) entsprechenden Werte von y für gegebene Werte von x. Mittels dieser Werte kann die Verlustkurve (z. B. für 0,001) konstruiert werden. An die verschiedenen Zahlen m knüpfen sich also verschiedene $1\,^0/_{00}$-Kurven. Es gibt keine allgemeine $1\,^0/_{00}$-Verlustkurve. Jede Anlage oder jede Sammlung von Teilnehmern besitzt ihre eigene charakteristische Kurve.

Wir haben die $1\,^0/_{00}$-Kurven für $m = 11$ und 31 berechnet und konstruiert. Sie sind in Abb. 1 gezeichnet. Die zugehörigen Zahlen sind in einer Zahlentafel[1]) angegeben. Abb. 2, Kurven a und c, geben bzw. die empirischen Kurven der Firma Siemens & Halske in Berlin und die der Western Electric Company in New York für $1\,^0/_{00}$ Verlust. Wie man sieht, stimmen die theoretisch gefunde-

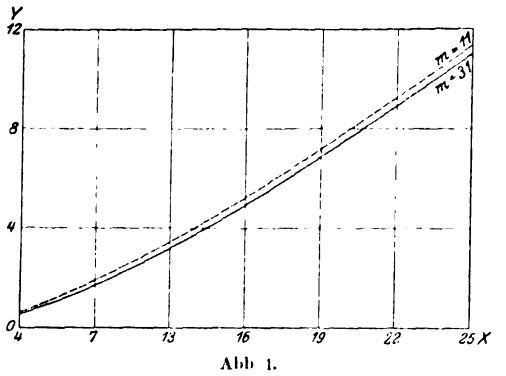


Abb. 1.

nen Kurven sehr gut mit den empirischen Kurven überein. Abb. 2. Kurve b entspricht

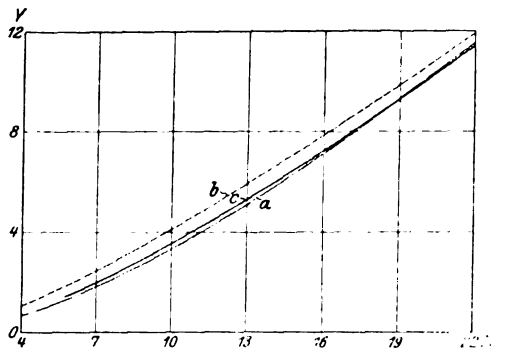


Abb. 2.

einer für höhere Werte von x von der Siemens & Halske A. G. gefundenen empirischen Formel $x = y + 2.9\sqrt{y}$ für $1\,^0/_{00}$ Verlust. Für die in der Abbildung vorkommenden Werte von x gibt diese Formel zu große Werte von y an.

Zahlentafel für eine Verhinderung von $1\,^0/_{00}$.

x	y		x	y	
	$m = 11$	$m = 31$		$m = 11$	$m = 31$
4	0,65	0,52	14	5,90	5,61
5	0,99	0,83	15	6,55	6,25
6	1,42	1,23	16	7,22	6,91
7	1,91	1,69	17	7,90	7,58
8	2,42	2,19	18	8,58	8,26
9	2,95	2,71	19	9,27	8,94
10	3,50	3,25	20	9,96	9,63
11	4,07	3,81	21	10,66	10,32
12	4,66	4,39	22	11,36	11,02
13	5,27	4,99			

Setzt man in Formel (4) $m = \infty$, so wird der Ausdruck der Verlustzahl

$$\psi_{\infty\,x\,y} = \frac{y^x}{x!\left(1 + \frac{y}{1!} + \frac{y^2}{2!} + \ldots + \frac{y}{x!}\right)}, \quad (5$$

welche Formel von Herrn Erlang in der vorher zitierten Arbeit und mittels des Prinzips des statistischen Gleichgewichts begründet worden ist. Die Unterschiede zwischen $\psi_{m\,x\,y}$ und $\psi_{x\,y}$ sind für die in der Praxis vorkommenden Werte von m und x nicht sehr groß.

Setzt man in der letzteren Formel in (4) $m\,y = n = x$, so wird

$$P_r = \binom{x}{r}\left(1 - \frac{y}{x}\right)^r \left(\frac{y}{x}\right)^{x-r},$$

also identisch mit dem allgemeinen Gliede des Binomialausdruckes $\left(\left(1 - \frac{y}{x}\right) + \frac{y}{x}\right)^x$.

Es mag hervorgehoben werden, daß die im vorstehenden gegebenen Berechnungen trotz der Verkleinerung der Verlustzahl durch die Ungenauigkeit der Formel (2) etwas ungünstigere Resultate zu geben scheinen als die

[1]) Diese Formel ist nur angenähert richtig. Aus Berechnungen in betreff eines hiermit verwandten Themas, die von Herrn A. K. Erlang in Kopenhagen gemacht worden sind (nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn Telephondirektor Johannsen in Kopenhagen) geht hervor, daß (P_r) durch eine kompliziertere Funktion dargestellt werden muß, die eine Vergrößerung der Verlustzahl zur Folge hat. Diese Vergrößerung ist jedoch sehr klein und kann vernachlässigt werden, wenn W_u genügend klein ist.

[2]) Eine freundliche Mitteilung über den betreffenden Teil der Arbeit des Herrn Erlang hat der Verfasser des gegenwärtigen Aufsatzes schon im Dezember 1915 durch Herrn Telephondirektor Johannsen in Kopenhagen erhalten.

[1]) Die Tabelle wurde im September und Oktober 1916 ausgearbeitet mit Benutzung der Formel (4), die ursprünglich unter Zugrundelegung des Prinzips der statistischen Ausgleichung entwickelt wurde. Diese Entwicklung ist hier, um Platz zu sparen, weggelassen worden.

Digitized by Google

aus der Erfahrung gewonnenen. Dies dürfte wohl u. a. davon herrühren, daß die Gleichsetzung der individuellen Sprechwahrscheinlichkeiten eine Vergrößerung der für die Hinderungen in der Praxis maßgebenden Belegungswahrscheinlichkeiten verursacht. Wir können nämlich durch Anwendung der Theorie der Maxima und Minima zeigen, daß in den Formeln (1) $P_{r+2}, P_{r+3}, \ldots, P_n$ durch solche Gleichsetzung immer vergrößert werden, wenn r die größte ganze Zahl bezeichnet, für welche

$$r\left(1 - \sqrt{\frac{n-r}{r(n-l)}}\right) < np \text{ ist.}$$

Prof. Emde über Elektrizitätslehre und Schulbücher.

In der „Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht", Bd. 48, S. 358, befaßt sich Herr Fritz Emde mit derjenigen Elektrizitätslehre, die man in Lehrbüchern für höhere Lehranstalten findet. Anlaß dazu gab ihm seine Berufstätigkeit an der Technischen Hochschule in Stuttgart, in der er die Erfahrung machte, „daß die Aufnahme des Stoffes der Mehrzahl der Hörer Schwierigkeiten macht, die in keinem Verhältnis zu seiner Einfachheit stehen. Manche Hörer haben sich selbst darüber beklagt, daß sie vieles früher anders gelernt hätten, und daß dieser Umstand es ihnen sehr erschwere, der Vorlesung zu folgen." Mit der ihm eigenen Offenheit bringt Herr Emde Mängel, auf die er in Schulbüchern gestoßen ist, zur Sprache und gibt Fingerzeige, sie zu vermeiden.

Der Aufsatz ist zunächst nur für Schulmänner geschrieben. Es steckt in ihm jedoch auch manches, was für uns Ingenieure von Nutzen ist.

Herr Emde sagt: „Die Mängel, um die es sich hier handelt, fallen nicht einzelnen Autoren zur Last, sondern sind die Folge einer schlechten Überlieferung". Die Verfasser jener Schulbücher ebenso wie wir Ingenieure, die wir in reiferen und mittleren Jahren stehen, sind im wesentlichen in Anschauungen über Elektrizität erzogen, die der vorhertzschen Zeit zur Ehre gereichen. Mit Hertz kam die Wende. Seit der Mitte der achtziger Jahre war der Bruch mit diesen Vorstellungen unvermeidlich. Aber in der Jugend aufgenommene Vorstellungen wird man schwer wieder los. Man befreit sich von ihnen nur unter inneren Kämpfen. So erklärt es sich, daß jener Bruch sich nicht plötzlich, sondern nur langsam vollzogen hat. Man braucht nur das Vorwort in dem Buche von Abraham[1]) und dem Buche von Mie[2]) zu lesen, um sich davon zu überzeugen, daß auch in Physikerkreisen die Ausmerzung vormaxwellscher Begriffe und Vorstellungen noch bis in die jüngste Zeit hinein angedauert hat.

Man gewinnt aus Herrn Emdes Aufsatz den Eindruck, als ob die Schulbücher erst am Anfang dieser Entwicklung stehen. Dies ist Herrn Emdes Losung: Mehr maxwellsche Anschauungen, mehr Feldauffassung in der Schule! Weniger Fernwirkungsauffassung! Schade darum, wenn dieser Ruf in des Tages Schlachtlärm wirkungslos verhallen sollte.

Unser technisches Denken ist stark maxwellsch durchsetzt. Unsere Auffassung vom magnetischen Felde ist echt maxwellsch. Aber das gleiche gilt nicht im selben Umfange vom elektrischen Felde. Aber auch hier gewinnt die maxwellsche Auffassung schrittweise Boden. Nicht etwa auch Modesucht. Sondern weil die vormaxwellschen Anschauungen uns bei gewissen Fragen im Stiche lassen (vgl. den Schluß dieses Berichtes), während uns die maxwellschen Anschauungen selber bereitwillig und getreulich Rede und Antwort stehen.

Ich teile daher im folgenden auf Veranlassung der Schriftleitung einiges aus Herrn Emdes Aufsatz mit, das mir auch für Ingenieure wichtig erscheint[3]).

[1]) Abraham-Föppel, „Lehrbuch der Elektrizität", Leipzig 1912, 4. Aufl., S. XIII, letzter Absatz.

[2]) Mie, „Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus", Stuttgart 1910, S. VII, zweiter Absatz.

[3]) Von Dingen, die nur den Schulmann angehen, habe ich abgesehen, z. B. von dem „Elektrizitätsgrad" und dem Kapitel IV „Elektrotechnisches". Herr Emde schreibt: „In den Schulbüchern wird Sinn und Zweck technischer Einrichtungen und Maßnahmen oft ganz entstellt wiedergegeben." Gewiß können hier seine Hinweise auf das Buch von H. Görges „Grundzüge der Elektrotechnik" und das Buch von Schenkel „Elektrotechnik" Nutzen stiften. Ein gründlicher Wandel wird aber erst dann eintreten, wenn alle Universitäten Institute für technische Physik erhalten, wie sie z. B. Göttingen und Jena bereits besitzen, und deren Besuch dem angehenden Physiklehrer zur Pflicht gemacht wird.

I. Potential. „Fast in allen Schulbüchern wird das elektrische Potential ganz richtig als die Arbeit erklärt, die man aufwenden muß, um den Träger der positiven Elektrizitätsmenge Eins aus dem Unendlichen an den betrachteten Punkt P zu bringen. Diese Definition ist aber nur dann brauchbar, wenn die in ihr enthaltene Vorschrift zur Bestimmung des Potentials in jedem Fall nur einen einzigen Zahlenwert für das Potential eines Punktes P ergibt. Die Definition setzt also voraus, daß das elektrische Feld so beschaffen ist, daß immer dieselbe Arbeit aufzuwenden ist, gleichgültig, auf welchem Wege man die Elektrizitätsmenge Eins aus dem Unendlichen nach dem Punkte P schafft. Diese Voraussetzung wird aber in den Schulbüchern nie hervorgehoben, und es wird auch nicht hervorgehoben, ob sie erfüllt ist oder nicht. Es wird also etwas als selbstverständlich hingestellt, was tatsächlich nicht selbstverständlich ist. Das ist zunächst ein logischer und didaktischer Mangel. In vielen Fällen hat nur das elektrische Feld die hier verlangte Eigenschaft, keineswegs aber immer."

„Viel schlimmer als der logische und physikalische Fehler selbst, ist eine Folge, die er hat. Er hat nämlich unzähligen Menschen die Anschauung verdorben. Viele sind kaum noch imstande, sich ein Vektorfeld vorzustellen, das sich nicht als Potentialgefälle auffassen läßt."

„Die Tatsache, daß in vielen Kraftfeldern die Arbeit unabhängig vom Wege ist, ist doch für den naiven Menschen etwas höchst Erstaunliches und Merkwürdiges. Durch eine falsche Erziehung aber haben wir es glücklich dahin gebracht, daß man sich das Gegenteil kaum noch vorstellen kann."

II. Energiedichte. Mechanische Arbeit und Energieänderung. „Wie fern unsere Schulbücher der Feldauffassung stehen, zeigt sich darin, daß ihnen der Begriff der elektromagnetischen Energie fast fremd ist, obgleich natürlich im übrigen nicht versäumt wird, auf die Wichtigkeit des Prinzips von der Erhaltung der Energie hinzuweisen."

Herr Emde zeigt an einem auch für die Schule geeigneten Beispiel die Berechnung der elektromagnetischen Energie und führt dann das folgende über mechanische Arbeit und Energieänderung an.

„Bewegen sich Körper im elektromagnetischen Felde, so leisten die Feldkräfte im allgemeinen mechanische Arbeit. In welcher Beziehung steht diese Arbeit zu der gleichzeitigen Änderung der elektromagnetischen Energie? Hier ist ein Vergleich mit der Thermodynamik nützlich.

Die einem System zugeführte Wärme Q ist nach dem ersten Hauptsatz gleich der Summe aus der geleisteten Arbeit A_m und der Zunahme der inneren Energie U:

$$Q = A_m + (U_2 - U_1).$$

Ähnlich ist im elektromagnetischen Felde die von den Stromquellen zugeführte Energie (die elektrische Arbeit) A_e, soweit sie nicht in Wärme Q übergeht, gleich der Summe aus der mechanischen Arbeit A_m und der Zunahme der elektromagnetischen Energie W:

$$A_e - Q = A_m + (W_2 - W_1).$$

Ziehen sich z. B. die Platten eines Plattenkondensators an, und bleiben dabei die Ladungen konstant, sind also die beiden Platten allseitig isoliert ($A_e = Q = 0$), so haben wir ein Seitenstück zu einem adiabatischen Vorgang ($Q = 0$): Die mechanische Arbeit wird auf Kosten der elektrischen Energie geleistet, wie im Falle eines sich ausdehnenden Gases auf Kosten der inneren Energie.

Wird dagegen während der Bewegung der Platten die Spannung konstant gehalten, sind etwa die Platten mit den Polen einer Hochspannungsbatterie verbunden, so ist die Energiebilanz ähnlich wie bei einem isobaren Vorgang: Ein Teil der von der Stromquelle zugeführten Energie (u. zw. gerade die Hälfte) deckt die mechanische Arbeit, der Rest speichert sich im elektrischen Felde auf. Neben der Arbeitsleistung findet also noch eine Vermehrung der Feldenergie statt. Bei einem isobaren Vorgang (Dampfkessel in Verbindung mit dem Zylinder einer Dampfmaschine) wird entsprechend ein Teil der zugeführten Wärme in Arbeit $A_m = p\,(v_2 - v_1)$ verwandelt, der Rest geht in innere Energie über.

Ähnlich ist es im magnetischen Feld. Bleibt bei einem Elektromagnet die Kraftlinienzahl (der Induktionsfluß durch den Stromkreis) während der Anziehung konstant, so wird die Anziehungskraft auf Kosten der magnetischen Energie geleistet. Wird dagegen der Strom konstant gehalten, so wächst beim Anziehen noch die magnetische Energie."

III. Grundgesetze. Als Grundgesetze findet Herr Emde in Schulbüchern Abstandsgesetze, z. B. das Biot-Savartsche Gesetz. Wie steht es mit dem Nutzen von Abstandsgesetzen? „Bei der Aufstellung der Abstandsgesetze hatte man den Wunsch, eine Anweisung zur unmittelbaren Berechnung der gesuchten Größen (Feldstärke, Potential usw.) zu geben. Auf den ersten Blick erscheint ein solches Verfahren als das durchsichtigste und als der gerade Weg zum Ziel. Aber man hat sich davon überzeugt, daß, ganz abgesehen von der Frage der Allgemeingültigkeit, dieses Verfahren mathematisch meist äußerst schwerfällig und langwierig, oft jedenfalls nicht das bequemste ist. Viel brauchbarer ist eine andere Methode, die einem zunächst als indirekt, als ein Umweg erscheinen mag: Man sucht die Eigenschaften auf, die zusammen das Feld eindeutig bestimmen, und versucht nun, das Feld aus diesen Eigenschaften heraus zu konstruieren: Viele praktisch wichtige Fälle lassen sich auf diese Weise überaus einfach erledigen und was noch wichtiger ist: Wo eine streng analytische Behandlung undurchführbar ist, da ist meist eine ungefähre Schätzung möglich, die für viele praktische Zwecke genau genug ist. Für die Technik kommt aber dieser Weg allein in Betracht. Niemals rechnet ein Elektrotechniker nach dem Coulombschen oder Biot-Savartschen Gesetze."

Herr Emde schlägt den Schulmännern vor, von Abstandsgesetzen wie dem Biot-Savartschen abzusehen und dafür den Schüler mit den Eigenschaften des elektromagnetischen Feldes bekannt zu machen.

Diese Eigenschaften stecken in den Maxwellschen Gleichungen. Wenn man von Maxwellschen Gleichungen hört, muß man nicht fürchten, es werde gleich mit Rotoren und Divergenzen geschossen werden. Hält man sich an die integrierte Form der Maxwellschen Gleichungen, so bilden sie so einfache Aussagen, daß sie selbst an den Verstand eines in Feldauffassung erzogenen Schülers keine übermäßigen Anforderungen stellen und daher wohl für die Schule geeignet sind.

Die Ausführungen Herrn Emdes zur ersten Maxwellschen Gleichung (dem Durchflutungsgesetz) übergehe ich, da dieses Gesetz uns Ingenieuren in Fleisch und Blut übergegangen ist.

Ich möchte dafür aber desto nachdrücklicher auf die Fassung des Induktionsgesetzes hinweisen.

Vergeblich wird man in ihr nach der „induzierten elektromotorischen Kraft" suchen. Dafür ist im Gesetz von einer elektrischen Randspannung die Rede.

„Der magnetische Induktionsfluß durch eine beliebige Fläche sei ψ. Auf dem Rand der Fläche werde die Elektrizitätsmenge Eins im positiven Sinne genau einmal herumgeführt. Dabei leisten die Kräfte des elektrischen Feldes eine gewisse mechanische Arbeit U_0. Wir nennen U_0 die elektrische Randspannung. Dann ist stets, wenn t die Zeit bedeutet,

$$\text{(1 V) konst.} \times U_0 = -\frac{d\psi}{dt} \quad \text{(Induktionsgesetz).}$$

Die rechte Seite können wir passend als magnetischen Schwund bezeichnen. Dann können wir (IV) in die Worte kleiden: Für jede beliebige Fläche ist der magnetische Schwund proportional der elektrischen Randspannung.

Gewöhnlich setzt sich die Randlinie aus Teilen von Stromkreisen zusammen. Sind R_ν, J_ν, E_ν für einen solchen Teil (den ν-ten) Widerstand, Strom und elektromotorische Kraft (herrührend aber nur von in diesem Teil enthaltenen galvanischen und Thermoelementen), so ist die Spannung für diesen Teil

$$U_\nu = R_\nu J_\nu - E_\nu \quad \text{und folglich:}$$
$$U_0 = \Sigma\,(R_\nu J_\nu - E_\nu) \ldots$$

„Gewöhnlich beachtet man nur den Strom in den Drähten (Windungen) und das elektrische Feld zwischen den Drahtenden („Klemmenspannung"). Einen vollkommenen Einblick in den Induktionsvorgang gewinnt man aber erst, wenn man auch das elektrische Feld außerhalb der Drähte, etwa in der Luft, und die Wirbelströme in den Eisenblechpaketen in Betracht zieht[1]). In den Räumen, in denen sich ein starkes pulsierendes Magnetfeld befindet,

[1]) Es ist drollig, daß wir Schwierigkeiten empfinden, wenn wir uns das bei der Induktion entstehende elektrische Feld vorstellen sollen. Dieses Feld ordnet sich, worauf ich im „Archiv für Elektrotechnik", Bd. 4, S. 59, hingewiesen habe, dem „magnetischen Schwunde" genau so zu, wie sich z. B. das magnetische Feld selbst der Durchflutung zuordnet. Jeder Elektriker wird etwas Vernünftiges zustande bringen, wenn er zu einer vorgegebenen Durchflutung und Eisenverteilung das entstehende magnetische Feld den groben Zügen nach angeben soll. Wo liegen denn eigentlich die Schwierigkeiten, wenn er vor genau die gleiche Aufgabe gestellt wird, indem er zu vorgegebenem „magnetischen Schwunde" das elektrische Feld bestimmen soll?

Digitized by Google

läßt sich die elektrische Feldstärke nicht als Gefälle eines elektrischen Potentials auffassen.

Die Spannungen hängen nicht nur von Anfangs- und Endpunkt, sondern auch von dem sonstigen Verlauf des Weges ab und sind also keine Potentialdifferenzen.

Beachtet man das elektrische Feld in diesen Räumen nicht, so gelangt man leicht zu unrichtigen Vorstellungen über den Induktionsvorgang. So lesen wir bei

Drude-König, S. 315: Die Erfahrung lehrt endlich, daß es nur (!) auf die Änderungen des magnetischen Feldes am Ort des Leiters (!) ankommt. — Ganz allgemein ist die induzierte elektromotorische Kraft proportional der Änderungsgeschwindigkeit des magnetischen Feldes am Ort des Leiters (!).

Nun, jeder Transformator zeigt — ganz unabhängig von aller Theorie — das Gegenteil. Wir können das magnetische Feld (durch geeignete Anordnung der Primärwicklung) am Ort einer Sekundärwindung beliebig klein machen und trotzdem eine „große elektromotorische Kraft in ihr induzieren". Wollen wir verstehen, wie der schwankende Induktionsfluß im Eisenkern auf die entfernte Sekundärwindung wirken kann, so müssen wir das elektrische Feld zwischen Eisenkern und Sekundärwindung betrachten. Denn die Induktionswirkung wird vom Ort des schwankenden Induktionsflusses, also vom Eisenkern nach der Sekundärwindung eben nicht magnetisch, sondern elektrisch übertragen."

W. Rogowski,
z. Zt. Darmstadt, Reservelazarett II.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Neue gekapselte Motoren.

[The Electrician, Bd. 78, S. 449, 1 ½ Sp., 1 Abb.]

Bei vollständig gekapselten Motoren muß die im Motor erzeugte Verlustwärme durch die äußeren Gehäusewandungen ausgestrahlt werden. Diese Wärmeabgabe ist sehr begrenzt. Daraus ergeben sich große Abmessungen und hohe Kosten im Vergleich mit gelüftet gekapselten Motoren gleicher Leistung. Namentlich bei hohen Drehzahlen treten diese Umstände in Erscheinung, weil die erzeugte Verlustwärme zum großen Teil von den Eisenverlusten herrührt, die mit den Drehzahlen wachsen.

Die Zuführung von Kühlluft von einer geeigneten Stelle aus in das Innere des sonst geschlossenen Motors ist umständlich und nicht immer ausführbar. Die Anbringung von Kühlrippen am Gehäuse bringt wenig Erfolg. Besser ist schon die Anordnung eines Kühlkörpers in dem hohlen Fundament des Motors. Ein Flügelrad auf der Ankerwelle treibt die erwärmte Gehäuseluft durch den z. B. mit Wasser gekühlten Körper. Die Nachteile sind hohe Anlagekosten und oft die Schwierigkeit der Herbeischaffung des Kühlwassers.

Die Gesellschaft „Electromotors, Ltd.", wählt die Luftkühlung und baut einen Kühlkörper über dem gekapselten Motor so ein, daß er an die senkrecht nach oben stehenden Lüftungsstutzen der beiden Gehäuseenden anschließt. Ein Windrad auf der Ankerwelle sorgt für den Luftumlauf durch den Kühlkörper und das Motorinnere. Der Kühler selbst erhält zur Erzielung einer guten Wirkung eine große strahlende Oberfläche. Nach der einen Ausführungsform sitzen im Kühlbehälter eine große Zahl dünner, vertikal stehender Röhrchen, durch welche die Außenluft dem Auftriebe folgend streicht, während die zu kühlende Innenluft die Röhrchen umfließt. Bei der zweiten Ausführungsform sind die Seitenwände des Kühlkörpers von wellenförmigem Querschnitt und die oberen und unteren Deckplatten rippenförmig ausgestaltet. Zwischen den Deckplatten sind im Kühlkörper Querwände eingespannt, welche die hindurchstreichende Luft zwingen, in dünnen Schichten an den wulstförmigen Seitenwänden des Kühlers entlang zu strömen.

Diese Bauarten sind bestimmt für Betriebe, in denen die Außenluft von dem Motorinnern ferngehalten werden muß. Die Kühlung ist angeblich sehr wirksam, und es sollen eine größere Zahl von solchen Motoren in Gruben und chemischen Betrieben mit gutem Erfolge laufen. Es leuchtet ein, daß diese Bauart des Luftkühlers große und günstige Kühlflächen ermöglicht. Die Wirkung des Kühlkörpers hängt jedoch von allen den Umständen ab, welche den Auftrieb der die Wärme abführenden Außenluft beeinflussen. Wo die gegebenen, örtlichen Verhältnisse den Auftrieb verkleinern, muß der Kühler naturgemäß reichlichere Abmessungen erhalten. Die Bauart wird dann kostspielig und beansprucht viel Platz.

Zweckdienlich erscheint deshalb die in Deutschland bekannte Lösung, die Menge und Geschwindigkeit der kühlenden Außenluft unabhängig von ihrem Auftrieb durch ein zweites Windrad auf der Ankerwelle festzulegen, welches die Strömung der Außenluft unterhält. Dadurch wird es auch möglich, die Abmessungen des Luftkühlers unter sonst gleichen Bedingungen kleiner zu halten, als wenn man bei der Bewegung der Kühlluft nur auf den Auftrieb angewiesen ist. Ganz geschlossene Motoren dieser Art stehen in ihrer Leistungsfähigkeit den offenen Bauarten nur wenig nach.

Gtz.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

110 000 V-Kraftübertragung von Bitterfeld nach Berlin.

Am 21. Juni wurde mit der Übertragung elektrischer Arbeit von dem Großkraftwerk Golpa—Zschornewitz nach Groß-Berlin begonnen. Durch diese von der Kriegsrohstoff-Abteilung des Kriegsministeriums ausgeführte Kraftübertragungsanlage ist ein Plan verwirklicht worden, der bereits vor dem Kriege viele Fachleute lebhaft beschäftigte. Veranlaßt wurde die Kriegsrohstoff-Abteilung zu diesem Werk durch die Notwendigkeit, besonders kriegswichtige Betriebe in der Elektrizitätsversorgung sicherzustellen. Durch die elektrische Übertragung wird eine Entlastung der Kohlenzufuhr nach Berlin um täglich 300 bis 400 t Steinkohle herbeigeführt. Es ist deshalb anzunehmen, daß diese Anlage auch nach dem Kriege große Bedeutung für die heimische Wirtschaft behalten und wohl noch weitere ähnliche Anlagen veranlassen wird.

Die Länge der 110 000 V-Leitung beträgt 132 km; sie besteht aus 3 Aluminiumseilen von je 120 mm² Querschnitt, die auf eisernen Masten verlegt sind, u. zw. an Hänge- und Abspannisolatoren der Tellerform; über den 3 Leitern ist ein eisernes Erdseil von 50 mm² angebracht. Durch die Leitung können etwa 20 000 kW übertragen werden. Die Masten sind für Aufnahme von 3 weiteren Leitern durchgebildet und in Entfernungen von etwa 250 m aufgestellt; für die Gründung der Tragmasten wurden Holzschwellen gewählt, während die Abspann- und Eckmasten Betongründung erhalten haben; teilweise war der Untergrund jedoch so ungünstig, daß zu einer Gründung mittels Eisenbetonpfählen geschritten werden mußte.

Die beiderseits aufgestellten Transformatoren von je 16 000 KVA haben Aluminiumwicklung erhalten; bei den Schaltanlagen ist den Kriegsverhältnissen durch möglichst große Einfachheit Rechnung getragen. Insbesondere zeigt die 110 000 V-Anlage bei Berlin, die neben der in einem besonderen Gebäude untergebrachten 6000 V-Verteilungsanlage errichtet ist, äußerste Raumbeschränkung.

Da der Bau der Anlage erst im Oktober 1917 begonnen wurde und wesentlich im Winter ausgeführt werden mußte, ist die kurze Bauzeit, noch dazu unter den heutigen Verhältnissen bemerkenswert. Die beteiligten Firmen und ihre Beamten verdienen dafür vollste Anerkennung.

Die Herstellung der Fernleitung, der Transformatoren- und Schaltanlage in Zschornewitz ist der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft übertragen worden, der Bau der Transformatoren- und Schaltanlage bei Berlin den Siemens-Schuckertwerken; außerdem war eine größere Anzahl von Unterlieferanten beteiligt.

Klingeltransformatoren und ihre Tariffrage beim Anschluß an Elektrizitätswerke.

[Bulletin des S.E.V., Bd. 7, S. 317.]

Emil Wirz, Burgdorf, bespricht an Hand eingehender Untersuchungen verschiedener Fabrikate die bei der Herstellung von Klingeltransformatoren zu beachtenden Gesichtspunkte. Bei den Anordnungen der Wicklungen werden häufig Fehler begangen, indem auf die Streuverhältnisse wenig oder gar keine Rücksicht genommen wird. Es werden aber auch zur Herstellung des Eisenkörpers häufig sehr schlechte Blechqualitäten genommen. Die Folge solcher mangelhafter Überlegungen sind dann sehr schlechte Wirkungsgrade von nur 10 bis 30%, wie sie Wirz festgestellt hat. Legierte Bleche von 0,35 bis 0,5 mm Stärke geben nach Wirz die besten Verhältnisse bezüglich der Verluste, des Wirkungsgrades und des Verkaufspreises. Bei der Zusammensetzung des Eisenkerns ist das allergrößte Gewicht auf gut durchgebildete Stoßfugen zu legen, da diese einen großen Einfluß auf die Güte eines Klingeltransformators haben. Der Leerlaufstrom, welcher durch die Stoßfugen unter Umständen bedeutend vergrößert wird, kann in den Zuleitungen viel größere Verluste hervorrufen, als die Leerlaufenergie selbst beträgt und dadurch das liefernde Elektrizitätswerk sehr stark unnütz belasten. Ferner verlangt Wirz, daß auf die Anschlußeinrichtungen größeres Gewicht gelegt wird. Als erste Anforderung an einen guten Klingeltransformator stellt Wirz die Bedingung, daß der Transformator nicht nur kleine Leerlaufleistung, sondern auch kleinen Leerstrom aufnimmt, u. zw. soll die Leerlaufleistung für die kleinen Typen stets unter 1 Watt und der Leerlaufstrom stets unter 0,025 A liegen. Für den Wirkungsgrad soll unbedingt gefordert werden, daß derselbe bei den normalen sekundären Arbeitsströmen von etwa 0,2 bis 0,8 A nirgends kleiner ist als etwa 50%. Auch der Spannungsabfall darf nicht zu groß werden und sollte bei den kleinsten Typen bei einem Sekundärstrom von etwa 1 A auf keinen Fall 30 bis 35% überschreiten, da damit stets eine außerordentlich starke Erwärmung verbunden ist. Nach dieser Richtung hin ergab eine Untersuchung, daß mit wenigen Ausnahmen fast alle Modelle eine viel zu große Erwärmung aufweisen und deshalb sehr schnell defekt werden müssen. Die starke Erwärmung hat zwei Ursachen: unzweckmäßige Konstruktion des Eisenkörpers und zu kleine Ausschnitte der Wicklungen. Durch ungeeignete Gehäuse wird oftmals die Wärme noch aufgespeichert. Hermetisch abgeschlossene Gehäuse und solche aus Porzellan oder ähnlichem Material sollten vermieden werden. Wirz hält es für angebracht, die Klingeltransformatoren einer Dauerprüfung mit etwa 1000 V und einer vorübergehenden Prüfung mit etwa 3000 V während 10 min zu unterziehen, u. zw. zwischen Primär- und Sekundärwicklung und an Wicklung gegen Erde.

Wirz stellt dann tabellarisch Jahresdurchschnittskosten für den Betrieb einer Klingelanlage mittels Batterie und mittels Transformators zusammen und kommt bei kWh-Preisen von 32 und 48 Pf zu dem Ergebnis, daß der Betrieb mittels Transformators billiger ist. Da die Elektrizitätswerke bei hohen Benutzungsstunden regelmäßig auf die Preise Rabatte zu geben pflegen, hier aber die höchsten überhaupt möglichen Benutzungsstunden in Frage kommen, hätte Wirz die Leerlaufarbeit ruhig mit einem niedrigeren Preise bewerten können, wodurch das Ergebnis für den Transformator, der Wirklichkeit entsprechend, noch günstiger geworden wäre. Wirz weist weiter darauf hin, daß außer dem Leerlaufseffekt Leitungsverluste in den Zuleitungen in Betracht zu ziehen sind. Diese Leitungsverluste sind abhängig von der Leerlaufsstromstärke und können sich beim Vorhandensein vieler schlechter Fabrikate zu einer ansehnlichen Größe summieren.

Bei dem geringen Energieverbrauch eines Klingeltransformators kann der Verbrauch durch einen Zähler nicht gemessen werden, da nur bei Belastung durch den Transformator der Zähler gar nicht lauten würde. Es kommt daher nur ein Anschluß vor dem Zähler zu einem Pauschalpreise in Frage, wie dies zahlreiche Werke bereits getan haben. Wirz weist nun in einer tabellarischen Zusammenstellung nach, wie verschieden nach dem höheren oder niederen Verbrauche bei einzelnen Modellen das geschäftliche Ergebnis sein kann. Er empfiehlt, den Pauschalbetrag so zu bemessen, daß man eine Grundtaxe aufstellt und dazu einen Zuschlag erhebt, der von der Größe des Leerlaufstromes abhängt. Ich glaube, daß der Aufwand, welchen die Feststellung des Zuschlages erfordert, in einem schlechten Verhältnis steht zu dem Nutzen. Es wäre schließlich einfacher, das Werk ließe nur solche Klingeltransformatoren zum Anschluß zu, die von ihm geliefert worden sind; denn in diesem Falle käme nur ein bestimmtes Fabrikat in Frage, für welches sich der Pauschalanschlußpreis sehr einfach bestimmen ließe.

Wirz faßt seine Ausführungen in Richtlinien und Leitsätzen zusammen.

Berichter möchte zu den Ausführungen noch bemerken, daß nach seinen Erfahrungen Anschließer eines Werkes sich Klingeltransformatoren häufig dann zulegen, wenn sie sehr oft die Batterie zu erneuern hatten. Die Erneuerung war eine Folge mangelhafter Beschaffenheit der Klingelleitungen und der dadurch bedingten vorzeitigen Erschöpfung der Elemente. Ein Klingeltransformator kann sich natürlich nicht erschöpfen, nur das liefernde Elektrizitätswerk hat nun den Nachteil, fortwährend unnütz und unbezahlt Energie in die defekte Leitung zu liefern. Eine Prüfung der Klingelleitung und eine periodische Wiederholung der Prüfung liegt daher nur im Interesse des stromliefernden Werkes.

Fr. Sch.

Digitized by Google

Bahnen und Fahrzeuge.

Maßnahmen zur Erreichung einer möglichst kleinen Zahnräderzentrale bei Bahnmotoren.

[Electrical Engineering, Bd. 12, S. 387.]

Die Verwendung kleiner Triebraddurchmesser verlangt eine kurze Zahnradzentrale. Um diese zu ermöglichen, läßt F. W. Mc Closkey am Motor den Wendepol aus, der neben der Triebradachse liegen sollte, und bemißt die Wicklung der übrigbleibenden Wendepole so, daß die Kommutierung trotzdem gut ist.

Die Wirtschaftlichkeit, besonders des Straßenbahnbetriebes, verlangt einen kleinen Anfahrstrom, der bei hoher Zahnradübersetzung erreichbar ist, d. h. das Ritzel muß so klein im Durchmesser sein, wie es die Festigkeit der unverletzten Kranzstärke gerade noch zuläßt, und das große Rad so groß, daß der Abstand von S.O. bis zum Zahnradschutzkasten eben noch genügt. Wird der Triebraddurchmesser verringert, so müssen auch der Durchmesser und die Zähnezahl des großen Rades verkleinert werden, wenn der Abstand unter dem Zahnradschutzkasten beibehalten werden muß. Wegen der Wahl des kleinsten Ritzels kann die höchste Übersetzung nur durch eine Verkleinerung der Zentrale erreicht werden; daraus ergibt sich eine Beschränkung des Raumes für die Feldspulen in der Nähe der in den Motor einschneidenden Triebradachse. Ein Ausgleich kann durch Weglassen des Wendepoles auf der Achsseite geschaffen werden. Zur Vermeidung eines nicht geschlossenen, magnetischen Kreises muß auch der gegenüberliegende Wendepol ausgelassen werden.

Bei einer Maschine mit 4 Haupt- und 4 Wendepolen dienen über 70% der Amperewindungen auf den Wendepolen zur Kompensierung des Ankerfeldes, die übrigen 30% erzeugen das Wendefeld. Bleiben von den Wendepolen zwei weg, so müssen auf die verbleibenden die magnetisierenden Windungen mehr aufgewickelt werden, also etwa 30%, tatsächlich aber etwas mehr; zur Vermeidung zu hoher Sättigung müssen die Wendepole axial etwas verlängert werden. Eine Ersparnis an Kupfer und Eisen kommt dabei heraus. Motoren bis etwa 40 kW mit halb so viel Wendepolen wie Hauptpolen sind ausgeführt und laufen zufriedenstellend. Bei größeren Motoren werden die Wendepolspulen leicht zu dick. Die Anordnung hat den Vorteil kleineren Gewichts, niedrigerer Kupferverluste und geringerer Neigung zum Durchschlagen, weil weniger Windungen vorhanden sind, die durchschlagen können.

Die Wendepole sind von den Hauptpolen nur dann unabhängig, wenn die Maschine ebenso viel Wendepole wie Hauptpole hat, und wenn die letzteren alle gleiche Amperewindungszahl haben. In Abb. 1 ist die Kraftlinienverteilung

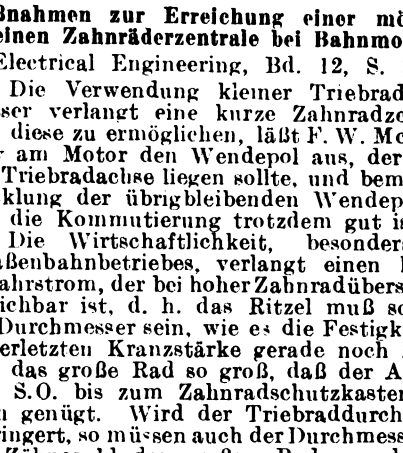


Abb. 1. Verteilung der Kraftflüsse in einem Motor mit 4 Haupt- und 2 Wendepolen.

in einer vierpoligen Maschine mit 2 Wendepolen dargestellt. Zwischen den Polen 1 und 2 bzw. 3 und 4 verläuft nur das Erregerfeld. Zwischen den Polen 2 und 3 kommt das Wendepolfeld hinzu. Das Gehäuse kann zwischen den Polen 3 und 4 geringeren Querschnitt haben als zwischen den Polen 1 und 2 oder 2 und 3; letztere Querschnitte müssen bei umkehrbaren Maschinen gleich ausgeführt werden, weil nach Umkehr der Drehrichtung die Verhältnisse zwischen den Polen 1 und 2 eintreten, die in Abb. 1 für den Teil zwischen den Polen 2 und 3 dargestellt sind.

Auch bei Motoren von etwa 100 kW und mehr, wie sie für Stadtbahnen und Hauptbahnen verwendet werden, kann es wichtig sein, die Zentrale recht kurz zu wählen. Wenn es nötig ist, einen Hauptpol in die Höhe der Triebradachse zu legen, hat die Verkürzung der Zentrale eine Beschränkung des Raumes für die Hauptpolwicklung auf der Achsseite zur Folge. Man gibt dann dieser Spule so viel Windungen wie möglich und dafür den Spulen oben und unten so viel mehr, daß die Summe der Amperewindungen auf allen Polen zur Erzeugung des Kraftlinienflusses ausreicht. Die Spule auf der anderen Motorseite, der Triebradachse gegenüber, muß natürlich dieselbe Windungszahl haben wie die auf der Triebachsseite.

Auch bei dieser Art der Wicklungsverteilung ist die Bewicklung der Wendepole abhängig von derjenigen der Hauptpole. Nur dann, wenn alle Hauptpole gleiche Amperewindungszahlen haben, ist die Bemessung der Wendepolbewicklung unabhängig von derjenigen der Erregerwicklungen.

Dir Kraftlinienverteilung der verschiedenen magnetischen Kreise ist in Abb. 2 darge-

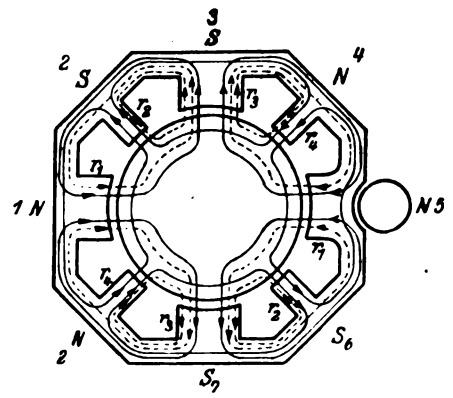


Abb. 2. Verteilung der Kraftflüsse in einem Motor mit 4 Haupt- und 4 Wendepolen.

stellt, aus der folgendes zu erkennen ist: 1. Infolge der MMK, die durch $r_3 - r_1$ Amperewindungen erzeugt wird, ist der Fluß in den Hauptpolen 3 und 7 um den zweifachen Betrag des Flusses in jedem Wendepol größer als der in den Hauptpolen 1 und 5. 2. Der Fluß im Wendepol 2 ist geschwächt und der im Wendepol 4 ist verstärkt durch den Fluß, der in ihnen durch $r_3 - r_1$ Amperewindungen erzeugt wird. Die magnetische Verschiedenheit ist also proportional dem Unterschiede in der Amperewindungszahl auf den Hauptpolen. Wird dieser soweit getrieben, daß der Fluß im Pol 2, durch $r_3 - r_1$ Amperewindungen erzeugt, gleich oder größer ist als derjenige, der im gleichen Pol durch r_2 Amperewindungen erregt wird, so wird der letztere entweder ganz aufgehoben oder es kommt sogar ein Fluß im umgekehrten Sinne zustande. Das gilt allerdings nur für schwachgesättigte Maschinen. Bei hoher Sättigung ist der Unterschied nicht proportional der Differenz der Amperewindungszahlen, sondern kleiner als proportional. Zum Ausgleich müssen die Wendepole Zusatzwindungen erhalten.

Bemerkung des Berichterstatters: Das Auslassen der beiden in der wagerechten Ebene liegenden Wendepole ist nichts Neues; es sei nur auf die Veröffentlichung Arnolds über diesen Gegenstand in der „ETZ" 1906, S. 717 und die sich daran anschließende Bemerkung Oelschlägers in der „ETZ" 1906, S. 1055, auf das denselben Gegenstand betreffende Patent Arnolds D. R. P. Nr. 179 282 vom 21. X. 1905, auf Arnolds „Gleichstromtechnik" und auf Schmidts Patent D. R. P. Nr. 182 389 vom 4. V. 1906 hingewiesen. Die Siemens-Schuckertwerke ließen sich die in Abb. 3 dargestellte Anordnung patentieren

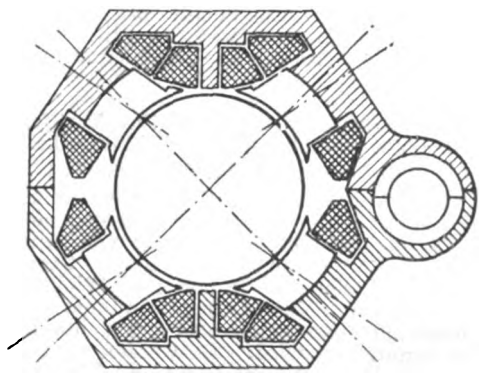


Abb. 3. Verschiebung der Hauptpolkerne zur Vergrößerung d s Wickelraumes für die Wendepole.

(D. R. P. Nr. 204 986 vom 17. V. 1907), bei welcher der durch den Fortfall von Wendepolen ersparte Raum für die Unterbringung der Hauptpolwicklung ausgenutzt wird; das wird dadurch erreicht, daß die Polschuhe in der richtigen Lage belassen werden und die Mittellinien der Hauptpolkerne aus der radialen Richtung abweichen. In dieser Anordnung ist eine sehr große Zahl von Bahnmotoren ausgeführt worden. In Deutschland ist es fast allgemein gebräuchlich, die aus dem Blechpaket hervorstehenden Teile der Ankerstäbe gleichmäßig nach rechts und links abzubiegen, so daß die Bürsten räumlich vor den Hauptpolmitten stehen. Bei dieser Wicklungsform würde an einem nach Abb. 2 gebauten Motor je eine Bürste in der wagerechten Mittelebene liegen, wo sie sowohl von oben durch den Wagenfußboden hindurch als auch von unten her schwer zugänglich sind. Verwendet man Ankerschablonen mit einem geraden und einem stark gebogenen Schaltende, so kommen zwar die Bürsten räumlich vor Mitte Wendepol zu liegen, doch ist bei dieser Wicklungsform der Abstand des Kommutators vom Ankereisen größer zu wählen als bei der allgemein gebräuchlichen, d. h. der Motor ist weniger hoch ausgenutzt.

Pl.

Materialkunde.

Cellon-Isolierband.

Unter dem Namen „Sigma-Cellon-Isolierband" bringt die Stotz & Cie. Elektrizitäts. G. m. b. H., Mannheim-Neckarau, ein neues Isolierband auf den Markt, welches aus einem zähen Papierband mit Cellonimprägnierung besteht und sich wegen seiner hohen isolierenden Eigenschaften und seiner Anschmiegungsfähigkeit für elektrotechnische Zwecke sehr gut eignet. Es schmiegt sich beim Wickeln wegen seiner großen Dehnbarkeit wie Gummiband allen Unebenheiten an und umschließt nach dem Verdunsten des Cellonlösungsmittels die umwickelten Teile vollkommen hermetisch, derart, daß sie von einer Cellonhülle umgeben sind, welche die gleiche Durchschlagsfestigkeit wie festes Cellon[1]) besitzt. Daneben ist das Band widerstandsfähig gegen alle Fette, Petroleum, Benzin, Benzol, Terpentin, verdünnte Säuren und Gase; weder bei Hitze noch bei Kälte wird es spröde oder rissig. Das Isolierband wird in einer runden Büchse (Abb. 4) geliefert, aus der durch einen verschließbaren Schlitz die jeweils benötigte Länge herausgezogen und abgerissen wird. Das Cellonband eignet sich als Isoliermaterial für alle Zwecke der Elektrotechnik, insbesondere zum Schutze von Freileitungsklemmen und Verbindern aus Ersatzmaterialien durch Umwickeln derselben gegen atmosphärische und elektrolytische Zerstörungen. Endlich findet es noch Verwendung als Ersatz für Gummimippel-Muffen usw., sowie zum Reparieren von Wasser- und Gasschläuchen. Die oben genannte Firma erbietet sich auch zu kostenlosen Versuchen hinsichtlich weiterer Anwendungsgebiete. —z.

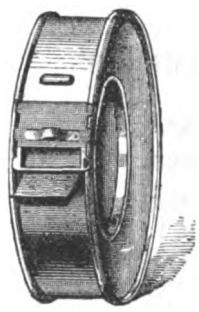


Abb. 1. Vorratbüchse für Cellonband.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Bericht

über die

XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25jährigen Bestehens

des

Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin

am 1. Juni 1918.

Erste Verbandsversammlung

am Sonnabend, den 1. Juni 1918, vorm. ½10 Uhr, in der Technischen Hochschule, Charlottenburg.

Den Vorsitz führt Herr Prof. Dr. Klingenberg.

Vorsitzender: Eure Exzellenzen, hochverehrte Versammlung! Ich habe die Ehre, die Festsitzung zur Feier des 25jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, zugleich die XXIV. Jahresversammlung und die 2. Kriegstagung unseres Verbandes zu eröffnen.

M. H.! Ein Vierteljahrhundert ist seit der Gründung verflossen, im Leben des Menschen eine lange Zeit, und mancher von denen, die

[1]) Über Cellon vgl. „ETZ" 1916, S. 109.

Digitized by Google

vor 25 Jahren an der Wiege des jungen Verbandes gestanden haben mit den besten Wünschen für seine Zukunft, kann den heutigen Tag nicht mehr mit uns feiern. Im Leben unseres Verbandes sind 25 Jahre jedoch nur eine kurze Frist, er soll Jahrhunderte dauern, sein Wirken ist mit dem der elektrotechnischen Industrie unlösbar verknüpft. Aber es ist der erste große Zeitabschnitt von besonderer Bedeutung, weil er der schwerste ist, weil es die Jahre der Probe sind, in denen sich zeigen muß, ob der Verband den rechten Weg beschritten hat, und ob er die innere Kraft besitzt, auf ihm zu bleiben.

Wie auf einem steilen Wege im Gebirge ist der Verband aufgestiegen. Heute ruhen wir an einem schönen Aussichtspunkte, der uns den Blick bis tief ins Tal hinein gewährt. Wir erkennen die Merksteine des Pfades, den wir emporgeschritten, ihre Jahreszahlen und Nummern, wir finden, daß wir in der Not der Zeit an dem 24. still vorübergeschritten sind, und daß der jetzt erreichte die Jahreszahl 1918 und die Nummer 25 trägt.

Und wir blicken weiter zurück und sehen, daß der Weg manchmal glatt und eben, oft aber steil und beschwerlich gewesen ist, voll von Hindernissen und Widerständen, und daß wir manchmal in die Irre gegangen sind. Aber wir freuen uns, daß wir schließlich stets wieder zurückgefunden haben, und daß uns jeder neu erreichte Merkstein bewiesen hat: wir waren auf dem rechten Wege und sind voran gekommen.

Wir vermögen nur ein kurzes Stück des Weges vor uns zu überschauen und wissen nicht, was die nächste Biegung uns noch verbirgt, und welche Aufgaben uns noch erwarten. Wir wissen, daß der tägliche Kampf morgen wieder beginnt, aber heut ruhen wir, und unsere Gedanken weilen bei denen, die vor uns und mit uns den Weg geschritten sind.

Wir blättern in den alten Akten und lesen, was den Verband in früheren Jahren belebt und bewegt hat, und lächeln manchmal, wenn wir etwas finden, was vor Jahren die Gemüter heftig erregte, und was wir heute als selbstverständlich empfinden. Und ebenso wird es sein, wenn nach 50 und 100 Jahren mancher das belächeln wird, was uns heute so wichtig erscheint.

Wir lesen das Gründungsprotokoll und die Namen der Gründer und finden manchen darunter von gutem Klang. Nur die nüchterne Tatsache der Gründung ist verzeichnet, kein Wunsch, keine Hoffnung knüpft sich daran. Um so freudiger ist dann die Gründung bei den nachfolgenden Festversammlungen gefeiert worden, und beim Durchlesen der guten und inhaltsreichen Reden schält sich der Eindruck heraus, daß die Beteiligten die Bedeutung dieses Zusammenschlusses der Elektrotechnik richtig gewertet haben und die Zukunft klar voraussahen.

Die später auf den Jahresversammlungen erstatteten Berichte über die jeweils in den verflossenen Jahren geleisteten Arbeiten der einzelnen Fachgruppen, der auf den Versammlungen gefaßten Beschlüsse geben uns ein klares Bild des Fortschrittes. Die Zeit mangelt, um aller bedeutungsvollen Ereignisse heute zu gedenken; die Ihnen überreichte Festschrift gibt darüber eingehende Auskunft.

Nicht vorübergehen möchte ich aber doch an einigen der größeren Arbeiten, deren Fertigstellung den Verband jahrelang beschäftigt hat, und deren Bedeutung über den Rahmen fachwissenschaftlicher Tätigkeit und weit über die Grenzen Deutschlands hinausreicht.

Unmittelbar nach der Gründung ist die Bearbeitung der Sicherheitsvorschriften begonnen worden, deren erste Auflage bereits im Jahre 1895 erschien. Sie wurden dann von Jahr zu Jahr weiter ausgestaltet und ergänzt. In dem letzten Friedensjahre von allen Bundesstaaten endgültig angenommen, haben sie jetzt für ganz Deutschland gesetzliche Kraft erlangt. Die Wirkung dieser Arbeiten ist nicht auf Deutschland beschränkt geblieben, Österreich-Ungarn, die Niederlande, Skandinavien, Rußland und andere Länder haben sich, zum Teil mit geringen Abänderungen, den deutschen Sicherheitsvorschriften angelehnt und ihre eigenen Vorschriften nach deren Muster aufgebaut.

Die große Umarbeitung der Sicherheitsvorschriften, auf Grund deren der Name in Errichtungsvorschriften geändert wurde, fand im Jahre 1906/07 statt. Ihre Annahme erfolgte auf der Jahresversammlung 1907 in Hamburg.

Hervorzuheben sind ferner die vom Verbande herausgegebenen Normalien und Richtlinien für Bahnen, Freileitungen, isolierte Leitungen, Installationsmaterial, Schaltapparate, Hochspannungsapparate, Maschinen, Isolierstoffe und Fernmeldeanlagen, die internationalen Vereinbarungen über Formelgrößen und Bezeichnungen und die in seinem Auftrage durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen.

Über eine derselben, die nach jahrelanger Vorarbeit jetzt im Kriege zum Abschluß gekommen ist, werden wir heute nachmittag Näheres hören.

Auch die vom Verbande zusammen mit dem Elektrotechnischen Verein herausgegebene „Elektrotechnische Zeitschrift" hat sich steigenden Ansehens erfreut, ihre Auflage war vor dem Kriege auf rund 13 500 gestiegen.

Jahrelange Arbeit, viele Kenntnisse und reiche Erfahrungen sind in den Veröffentlichungen des Verbandes niedergelegt.

Es würde deutscher Auffassung nicht entsprechen, wenn wir dabei nicht eines Mannes gedenken wollten, der, als Elektrotechniker und als Mensch gleich hervorragend, sich auch um die Entwicklung unseres Verbandes, dessen Schicksal ihm jahrelang anvertraut gewesen ist, große Verdienste erworben hat, Gisbert Kapps Name kehrt in allen Berichten und Niederschriften der ersten 12 Jahre immer wieder, und wenn er auch jetzt auf Seiten unserer Feinde steht und die Verbindung zwischen uns aufgehoben ist, so glauben wir doch, annehmen zu dürfen, daß er seiner Tätigkeit in Deutschland ein dankbares Andenken bewahrt hat. Wir aber wollen gern anerkennen, daß wir ihm gleichfalls dankbare Erinnerung schulden.

Unvergessen sollen ferner sein und bleiben zwei Männer aus der Zahl der früheren Vorsitzenden: Slaby und Budde, unser Ehrenmitglied. Mit ihren Namen verbindet sich die Erinnerung an die formvollendete und kluge Rede und die gewandte Leitung der Verhandlungen. Beide gehören zu den Gründern des Verbandes, der ihnen für die tatkräftige Förderung und das Interesse, das sie ihm ihr Lebenlang gewidmet haben, zu großem Danke verpflichtet ist.

Gedenken möchte ich ferner noch der Kriegsarbeit des Verbandes, an der unser jetziger Generalsekretär wesentlich beteiligt ist. Wenn ich es mir auch versagen muß, auf Einzelheiten einzugehen, so wissen Sie doch, daß sie groß und bedeutungsvoll gewesen ist und daß sie zum Segen des Vaterlandes geleistet wurde. Sie haben dem Vorstande die Beschlüsse in diesen Fragen überlassen, und ich kann sagen, daß der Verband alle in sein Gebiet fallenden kriegsamtlichen Aufgaben ohne Zögern übernommen hat. Wir werden nach dem Kriege Gelegenheit haben, Ihnen über diese Sondertätigkeit Bericht zu erstatten.

Mitteilung machen kann ich Ihnen dagegen über einen anderen großen Erfolg, den erst der Krieg ermöglicht hat, und an dem unser Verband maßgeblich beteiligt ist. Es fehlte bisher eine Vertretung der gesamten Technik in Deutschland, und der im Frieden wiederholt versuchte Zusammenschluß der technisch-wissenschaftlichen Verbände und Vereine ist jedesmal an den Widerstand der einen oder anderen Seite gescheitert; erst der Krieg hat diesen Zusammenschluß zur Tat werden lassen. Dem Deutschen Verbande technisch-wissenschaftlicher Vereine, kurz Deutscher Verband genannt, gehören heute sämtliche technisch-wissenschaftlichen Verbände und Vereine bis auf einen oder 2 an, über deren Beitritt noch verhandelt wird, so daß tatsächlich ein Zusammenschluß der gesamten wissenschaftlichen Technik Deutschlands erfolgt ist. Gegenstand der Tätigkeit des Deutschen Verbandes ist die Behandlung aller Aufgaben, die der deutschen Technik gemeinsam ist, die einheitliche Vertretung der deutschen Technik den Behörden gegenüber, die Behandlung der Fragen des technischen Unterrichtes, seine Ausgestaltung und Anpassung an die Bedürfnisse der Praxis und die eingehendere Berücksichtigung der wirtschaftlichen Fragen. Gerade unser Aufenthalt in den Räumen der Technischen Hochschule zu Berlin und die Anwesenheit Sr. Exzellenz des Herrn Kultusministers gibt mir Veranlassung, auf die Bedeutung dieser Aufgaben und die Notwendigkeit ihrer gemeinsamen Bearbeitung durch die Technischen Hochschulen und die technischen Verbände erneut hinzuweisen. Der Krieg hat auch in dieser Hinsicht fördernd gewirkt und uns die Notwendigkeiten auf diesem Gebiete klar vor Augen geführt.

Ich kann den Bericht über die Kriegstätigkeit unseres Verbandes nicht abschließen, ohne unserer Toten zu gedenken. Es starben den Heldentod fürs Vaterland seit der letzten Jahresversammlung 32 Mitglieder, seit Kriegsbeginn im ganzen 102 Mitglieder. Die Liste ihrer Namen wird auf der ersten Seite unserer Zeitschrift veröffentlicht werden.[1]) Es ist keiner unter uns, der von diesem tiefsten Leide des Krieges verschont geblieben ist, und der nicht den Tod eines ihm Nahestehenden schmerzlich betrauert. Mögen diese Opfer nicht vergeblich gebracht sein, möge das Friedensziel, das wir zu erreichen hoffen, des Blutes wert sein, das für uns vergossen wurde.

Den Tod erlitten haben ferner in den letzten 2 Jahren 41 Verbandsmitglieder, deren Andenken wir gleichfalls treu bewahren wollen. Unter den Verstorbenen betrauern wir besonders den Tod eines hervorragenden Fachmannes, den diejenigen vor allem schätzen gelernt haben, die Gelegenheit hatten, mit ihm in persönliche Berührung zu kommen: Goldenberg, Direktor des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerks, galt als Pionier in seinem Fache. Ihm ist es zu danken, daß während des Krieges in Deutschland die größten Kraftmaschinen der Welt, 2 Dampfturbinen von je 50 000 KW Leistung, ausgeführt worden sind. Sein Name lebt in dem nach ihm benannten Goldenberg-Werke fort, auch bei uns wird er unvergessen bleiben.

Ich stelle fest, daß Sie sich zu ehrendem Andenken der Gefallenen und Verstorbenen von Ihren Plätzen erhoben haben.

Von der früheren Gepflogenheit, über die seit der letzten Jahresversammlung auf elektrotechnischem Gebiete gemachten Fortschritte nähere Mitteilung zu machen, müssen wir auch in dieser zweiten Kriegstagung des Verbandes aus erklärlichen Gründen absehen. Daß aber diese Fortschritte in weiten Kreisen gewürdigt werden, und daß das Ansehen unseres Verbandes auch im Kriege gestiegen ist, das beweisen uns die Vertreter der höchsten Reichs- und Staatsbehörden und die Vertreter der zahlreichen uns befreundeten Vereine und Verbände, sowie viele hervorragende Persönlichkeiten, die wir zu unserem Feste bei uns zu sehen heute die Ehre haben.

Wir begrüßen insbesondere

Se. Exzellenz, den Minister für Handel und Gewerbe, Herrn Dr. Sydow,

Se. Exzellenz, den Kriegsminister, Herrn General der Artillerie von Stein,

Se. Exzellenz, den Herrn Minister der geistlichen Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten, Herrn Dr. Schmidt,

den Chef des Kriegsamtes, Herrn Generalmajor Scheuch,

Se. Exzellenz, den Unterstaatssekretär im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Herrn Freiherrn C. Coels,

Se. Exzellenz, den Chef des Waffen- und Munitionsbeschaffungsamtes, Herrn Generalleutnant Coupette,

den Chef der Kriegsrohstoffabteilung, Herrn Oberstleutnant Köth,

den Präsidenten der Akademie des Bauwesens, Exzellenz Hinkeldeyn,

den Oberbürgermeister von Charlottenburg, Herrn Dr. Scholz,

den Vertreter der Stadt Berlin, Herrn Stadtrat Dr. Hamburger,

den Polizeipräsident von Charlottenburg, Herrn v. Hertzberg,

die Herren Vertreter des Reichsschatzamtes, Reichspostamtes, Reichsmarineamtes, Reichswirtschaftsamtes, der Inspektion der Nachrichtentruppen, des Staatsministeriums des Innern, Bayern, des Kgl. Ministeriums des Innern, Stuttgart, des Arbeitsministeriums Wien.

Wir begrüßen ferner Se. Magnifizenz den Herrn Rektor der Technischen Hochschule zu Berlin und bitten ihn nochmals, unseren herzlichsten Dank entgegenzunehmen für die Gastfreundschaft, mit der die Hochschule unserem Verbande für diese Tagung Aufnahme gewährt hat.

Wir begrüßen ferner die Vertreter der Technischen Hochschulen Breslau, Danzig, Darmstadt, Dresden, Hannover, München, Stuttgart, sowie den Vertreter des Deutschen Städtetages und die Vertreter der Presse.

Wir begrüßen ferner die Vertreter der uns nahestehenden Verbände und Vereine, insbesondere des

Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine,
Vereins Deutscher Ingenieure,
Vereins Deutscher Eisenhüttenleute,
Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine,
Vereins Deutscher Chemiker,
Schiffsbautechnischen Gesellschaft,
Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes,
Deutschen Museums,
Deutschen Physikalischen Gesellschaft,
Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten,
Physikalischen Vereins Frankfurt,
Vereins Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen,
Vereins Deutscher Gas- und Wasserfachmänner,
Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft,

[1]) Vgl. „ETZ" 1918. 8. 253.

Digitized by Google

Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen,
Normenausschusses der Deutschen Industrie,
Deutschen Bunsen-Gesellschaft,
Ungarischen Elektrotechnischen Vereins,
Vereinigung der Elektrizitätswerke,
Bundes der Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen Deutschlands,
Centralverbandes der Deutschen elektrotechnischen Industrie,
Vereinigung der Elektrizitätsfirmen,
Vereins zur Wahrung gemeinsamer Wirtschaftsinteressen der deutschen Elektrotechnik,
Verbandes der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland,
Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung.

Ganz besonders freuen wir uns aber, in unserer Mitte heute diejenigen Herren zu sehen, die vor 25 Jahren die Gründung unseres Verbandes vollzogen haben, soweit sie noch unter den Lebenden weilen. Es sind dies die Herren: Ilgner, Jordan, Dr. Krieg, O. v. Miller, Rohrbeck, Dr. W. v. Siemens, Dr. Sluzewski.

M. H.! Wir danken Ihnen allen für das freundliche Interesse, das Sie durch Ihr Erscheinen dem Verbande Deutscher Elektrotechnicker bewiesen haben. Seien Sie uns herzlichst willkomemn.

Möge der Verband weiterschreiten wie bisher und weiter den Zielen zustreben, die stets neue, darbietende Aufgaben uns zeigen. Sie mögen auch weiterhin gelöst werden durch den im Verband erfolgten Zusammenschluß der elektrotechnischen wissenschaftlichen Kräfte Deutschlands zum Wohle des Vaterlandes und zum Segen deutscher Arbeit. Das ist mein bester Wunsch für die Zukunft.

M. H.! Ich erteile nunmehr das Wort Sr. Exzellenz, dem Herrn Minister für Handel und Gewerbe, Dr. Sydow.

Herr **Sydow:** Hochansehnliche Festversammlung! Im Auftrage der Reichsleitung und im Namen der Preußischen Staatsregierung heiße ich den Verband Deutscher Elektrotechniker bei der Feier seines 25jährigen Bestehens in der Reichshauptstadt willkommen. Voll stolzer Genugtuung dürfen Sie auf das von Ihnen Geleistete zurückblicken. Dem gewaltigen Aufschwung, den die Elektrotechnik in diesem Vierteljahrhundert genommen hat, entspricht die Entwicklung Ihres Vereins. Wie er jene gefördert hat, so ist er mit ihr und durch sie gewachsen. Durch die Zusammenfassung aller wissenschaftlichen und technischen Kräfte hat er das deutsche Wirtschaftsleben reich befruchtet und in verständnisvollem Zusammenwirken mit den Behörden zur Förderung des Gemeinwohls beigetragen. Dafür Ihnen den Dank der Reichs- und Staatsregierung auszusprechen, ist mir eine Pflicht und eine Freude.

An der Arbeit zweier Dezennien des Friedens ist es dem Verbande durch die ständige Verbesserung der von ihm aufgestellten Vorschriften gelungen, die deutsche Starkstromtechnik zu einer zweckmäßigen Einheitlichkeit in Einrichtung und Betrieb zu führen, wie sie wohl kein anderer Industriezweig von ähnlicher Bedeutung besitzt. Die Arbeiten Ihrer Sicherheitskommission haben den Erlaß besonderer polizeilicher Schutzvorschriften unnötig gemacht und es den Behörden ermöglicht, Ihre Sicherheitsvorschriften zu übernehmen und die Kontrolle Ihrer Beobachtung im wesentlichen den Organen der elektrotechnischen Industrie selbst zu überlassen. Dabei ist es Ihnen gelungen, den anfangs bestehenden Aberglauben von der besonderen Gefährlichkeit des elektrischen Betriebes zu überwinden und auszurotten.

Dann kam der große Krieg. Wie noch nie zuvor ist die Elektrizität zu einem Mittel der Kriegführung geworden. In der Luft, im Unterstand, auf den Wogen und unter dem Meeresspiegel bringt sie den Kämpfern Licht, Bewegung, Nachricht. Und in der Heimat sind die Anforderungen, die ihr für die Zwecke der Kriegsindustrie auferlegt werden, ins Ungeheuerliche gewachsen. Das alles, während die Materialien, auf die sie angewiesen schien, knapper und knapper wurden. Hier hat wieder Ihr Verband ratend und helfend eingegriffen. Bei der Ersparnis der Rohstoffe und der Verwertung der Ersatzstoffe, bei der Anpassung des Betriebes an die veränderten Materialien, bei der Regelung des Verbrauchs elektrischer Arbeit hat er den für die Kriegswirtschaft verantwortlichen Behörden wertvollste Hilfe geleistet.

Neue Aufgaben wird die Zeit nach dem Kriege wie der Volkswirtschaft überhaupt, so auch der Elektrotechnik stellen. Es wird nötig sein, die Wirtschaftlichkeit aufs äußerste zu steigern, die menschliche Arbeit in Industrie und Landwirtschaft durch mechanische Leistung nach Möglichkeit zu ersetzen, dabei unsere Bodenschätze, insbesondere unsere Kohlenlager, tunlichst zu schonen. Hier steht der elektrischen Energie ein weites Betätigungsfeld offen. Wie jetzt der Fernsprecher bis in die entlegenen Ortschaften seine Nachrichten trägt, so soll künftig das elektrische Licht, der elektrisch betriebene Motor seinen Weg in die fernste Betriebswerkstätte und in das kleinste Dorf finden. Das erfordert Anlagen für die Erzeugung und Fortleitung von hochgespanntem Strom, wie sie die Privatwirtschaft allein nicht schaffen kann, wenn anders wirklich das ganze Land und nicht bloß die dichtbevölkerten und industriereichen Gegenden davon Vorteil haben sollen. Dazu bedarf es der Beihilfe des Staates. In Preußen harrt diese Aufgabe noch ihrer Lösung. Die Staatsregierung ist aber, wie Sie aus der Erklärung wissen, die der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten im November vorigen Jahres vor dem Landtag abgegeben, und die dessen Zustimmung gefunden hat, gewillt, an ihr tatkräftig mitzuwirken. In Anbetracht der bedeutenden und erfolgreichen Unternehmungen privatwirtschaftlicher und kommunaler Art, die schon bestehen, und mit Rücksicht auf die hohen finanziellen Anforderungen, die an den Staat nach dem Kriege allgemein herantreten werden, beabsichtigt die preußische Regierung nicht, die privatwirtschaftlichen oder kommunalen Betriebe von der Erzeugung oder Verteilung des elektrischen Stromes auszuschalten oder ihren Ausbau zu beschränken. Sie will nur von Fall zu Fall, mit besonderen staatlichen Anlagen oder mit staatlicher Beteiligung an gemeinwirtschaftlichen Unternehmungen, da helfend eintreten, wo dies, sei es wegen der Art der dem Staate zu Gebote stehenden Kraftquellen, sei es zur Versorgung wirtschaftlich schwächerer Landesteile, zweckmäßig oder geboten erscheint. Auch hierbei rechnet sie auf Rat und Unterstützung von seiten Ihres Verbandes. Weiter wird es darauf ankommen, den Erzeugnissen der elektrotechnischen Industrie den durch den Krieg verlorenen Absatz auf dem Weltmarkt neu zu gewinnen und dauernd zu sichern.

So wird das Arbeitsfeld Ihres Vereins immer weiter, werden seine Aufgaben immer größer und wichtiger werden. Die Staatsregierung verläßt sich darauf, daß der Verband Deutscher Elektrotechniker auch den schwersten Aufgaben, die die Zukunft bringen mag, gewachsen sein wird. Sie wird ihm, soviel an ihr ist, gern die Wege ebnen. Meine Herren, seit mehr als 20 Jahren ist es mir vergönnt gewesen, in wechselnden Stellungen der Reichs- und der Staatsverwaltung zu einer großen Zahl der führenden Männer Ihrer Vereinigung in amtliche und persönliche Beziehung zu treten. Möge dem Verbande, das ist das Beste, was ich ihm heut wünschen kann, auch künftig diese Fülle hervorragender Kräfte aus Wissenschaft und Technik zu Gebote stehen, welche ihn seit seinem Bestehen auszeichnet, und möge er nach aber einem Vierteljahrhundert auf ein in Frieden erstarktes Deutschland wieder mit dem Bewußtsein blicken, ein Wesentliches zu des Vaterlandes Glück und zu seiner Größe beigetragen zu haben.

Vorsitzender: M. H.! Ich erteile das Wort Seiner Magnifizenz dem Herrn Rektor der Technischen Hochschule zu Berlin, Herrn Geheimrat Hüllmann.

Herr **Hüllmann:** Euere Exzellenzen, meine sehr geehrten Herren! Es gereicht mir zur Freude, und ich habe die Ehre, namens des Rektors und des Senats der Technischen Hochschule Berlin Sie in unseren Räumen begrüßen zu können. Wir freuen uns sehr, daß wir Ihnen in solchen Kleinigkeiten gefällig sein können, wissen wir doch, welch großen Wert wir auf ein gemeinschaftliches Arbeiten zu legen haben. Während der Landmann, der seine Körner in den dunklen Schoß der Erde streut, auch die Ernte übersehen kann, kann die Hochschule nur den Samen streuen und die Ernte nicht mehr überblicken. Die Arbeitsteilung hat einsetzen müssen zum Schaden der Sache, und beide Teile, Hochschule und Leben, sind sich wohl klar, daß nur eine innige Verbindung beider auf den richtigen Weg führt. In dieser schweren Zeit handelt es sich darum, der Schneide unserer Geräte, die schon eine hohe Schärfe ereicht haben, den letzten Schliff zu geben. Dieser letzte Schliff ist, wie Sie alle wissen, der schwierigste. Deshalb legen wir großen Wert darauf, gute Beziehungen zu den Herren im Leben zu haben, und so empfinden wir es mit besonderer Freude, daß die Hochschule heute nicht mit leeren Händen kommt, sondern daß sie Ihnen ein Gastgeschenk bieten kann. Rektor und Senat der Technischen Hochschule haben beschlossen, drei Ihrer Herren zu Ehrendoktoren zu ernennen: Herrn Prof. Dr. Emil Budde in Berlin in Anerkennung seiner hervorragenden Arbeiten, die in hohem Maße zum allgemeinen Ansehen der deutschen Elektrotechnik beigetragen haben. Sie kennen Herrn Budde besser als ich, Sie wissen, daß er die Sicherheitsmaßnahmen geschaffen und ausgearbeitet hat, die die Grundlage bilden für das Vertrauen, das man einem neuen Gerät entgegenbringen muß. Wer im Felde gestanden hat, weiß, daß die erste Bedingung die ist, daß der Krieger Vertrauen zu seiner Waffe hat; das gilt auch im praktischen Leben.

Die zweite Ehrung gilt Herrn Prof. Dr. Klingenberg in Würdigung seiner hervorragenden Verdienste um die deutsche Elektrotechnik und insbesondere um die technische und wirtschaftliche Entwicklung der Großkraftwerke. Ich brauche zu dem Namen nichts hinzuzufügen. Was er geleistet hat, ist allgemein bekannt. Er verkörpert die Zukunft der Großkraftwerke, und ich darf ihm zu seinem weiteren Wirken den besten Glückwunsch aussprechen.

Die dritte Ehrung gilt dem Verbande selbst und einem Manne, der den Verband in dieser Beziehung geleitet und geführt hat. Herr Ingenieur Georg Dettmar (lebhafter Beifall) ist zum Ehrendoktor ernannt in Anerkennung seiner führenden Mitarbeit bei der Ausarbeitung und Durchführung der Vorschriften und Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Ihr Beifall hat bewiesen, daß Sie dieser Ehrung zustimmen. Herr Dettmar hat in diesen Wust von vielen Sachen Ordnung gebracht, und was Ordnung bedeutet, das wissen wir heute alle, und wir Deutsche sind stolz darauf, daß die Ordnung bei uns besser ist als im Auslande. Wir hoffen, daß wir auf Grund dieser Ordnung siegen. So darf ich Herrn Dr. Dettmar meine herzlichsten Glückwünsche aussprechen und das Beste für die Zukunft wünschen.

M. H.! Sie haben in den 25 Jahren viel erreicht. Die Einzelheiten sind zum Teil schon erwähnt worden, nur einen Punkt möchte ich noch hervorheben: Dank dem elektrischen Strom können wir Deutschen jetzt jeden Punkt der Erde erreichen und ihm unsere Nachrichten übermitteln; der Erdkreis ist umsponnen. Was die Zukunft bringen wird, und was die Elektrotechnik in Zukunft leisten wird, liegt im dunklen Schoße, aber das deutsche Volk hat das Vertrauen, daß wir in dieser Beziehung auf der Höhe bleiben werden, und dazu darf ich Ihnen im Namen der Hochschule den Glückwunsch aussprechen.

Vorsitzender: Euer Magnifizenz! Ich bitte Euer Magnifizenz auch namens der mit mir Ausgezeichneten unseren herzlichsten Dank für diese Auszeichnung entgegenzunehmen, die wir, ich glaube das für uns alle sagen zu können, um so höher schätzen, als es die höchste Auszeichnung ist, die Fachgenossen dem Fachmanne erweisen können. Was Euer Magnifizenz Herrn Dettmar gesagt haben, möchte ich für meine Person aber auch in Anspruch nehmen. Ich glaube, es ist kein Zufall, daß auch für Herrn Prof. Budde und für mich die Auszeichnung gerade auf den Tag des 25jährigen Jubiläums gelegt ist, und daß ich recht habe, wenn Euer Magnifizenz und Rektor und Senat der Technischen Hochschule auch mit diesen beiden Ehrungen die Ehrung des Verbandes verknüpft sehen wollten. Den größten Teil dieser Ehrung möchte ich inbesondere auf meine Kollegen im Vorstand übertragen sehen, die zusammen mit mir in diesen schweren Zeiten den Verband geleitet haben.

Ich erteile nunmehr das Wort dem Vertreter der Stadt Berlin, Herrn Stadtrat Dr. Hamburger.

Herr **Hamburger**: Hochverehrte Festversammlung! An Stelle Seiner Exzellenz des Herrn Oberbürgermeister Wermuth, der durch dringende Dienstgeschäfte am Erscheinen behindert ist, habe ich Ihnen den Willkommensgruß der städtischen Behörden der Reichshauptstadt zu entbieten.

M. H.! Dröhnend fallen da draußen die Hammerschläge, die den Boden bereiten sollen, auf dem sich das neue Gebäude des Deutschen Reiches stattlich und gesichert erheben wird. Sie, meine Herren, sind inzwischen zusammengekommen, um Rat zu pflegen, wie das Gebäude wohnlich auszugestalten sei. Große Aufgaben harren auch auf dem Gebiete der Elektrotechnik in Zukunft ihrer Lösung. Alte Wege sind fortzuführen und zu erweitern, neue Bahnen sind zu eröffnen. Durch die kommende Entwicklung wird nicht nur das Leben und der Privathaushalt des einzelnen auf das empfindlichste berührt, auch die Betätigung der Wirtschaftsbetriebe, die Geschäftsführung der Behörden, die Entwicklung der Gemeinden und größeren staatlichen Verbände wird in weitgehende Mitleidenschaft gezogen werden. Die neuen Probleme erfordern die Mitarbeit der wissenschaftlichen Forscher, der praktischen Techniker, der

Digitized by Google

Finanzleute und der Verwaltungsbeamten. Möge Ihre diesjährige Tagung auf dieser Bahn einen Schritt weiter führen. Möge die Versammlung reich sein an fruchtbringenden Anregungen und förderlich für die Teilnehmer, und möge sie Segen bringen auch unserem deutschen Vaterland. Dies ist der Wunsch der städtischen Behörden der Reichshauptstadt.

(Fortsetzung folgt.)

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der Wechselstromtransformator im Bahnbetrieb.

In seiner Erwiderung auf S. 211 der „ETZ" 1918 bringt Herr KORNDÖRFER eine graphische Darstellung, von der er hofft, daß sie zur Verständigung beitragen möge. Diese Verständigung ist erreicht, sobald Herr KORNDÖRFER einsieht, daß die von ihm in einem Koordinatensystem mit W und V_1 als Achsen eingezeichnete Gerade AB, die er als „Fortschrittsgerade nach Vidmar" bezeichnet und anerkennt, genau dem von mir gegebenen Ansatze:

$$-dV_1 = K \cdot dW$$

entspricht, den Herr KORNDÖRFER merkwürdigerweise immer noch als „unrichtig" erklärt, obwohl höchstens dessen Genauigkeits- oder Gültigkeitsbereich streitig sein kann.

Zürich, 25. V. 1918. W. Kummer.

Erwiderung.

Herr KUMMER hat darin Recht, daß sein Aufsatz mathematisch mit der Fortschrittsgeraden übereinstimmt. Wie er aber seinen Aufsatz physikalisch rechtfertigen will, vermag ich nicht zu erkennen.

Berlin-Pankow, 19. VII. 1918.
M. Korndörfer.

Über die wirtschaftliche Ausnutzung von Höchstspannungsleitungen.

Herr HORSTMANN macht in seinem Aufsatz „ETZ" 1918, S. 193 ff., auf die wirtschaftliche Belastung eines Querschnittes aufmerksam und schreibt dieser Art der Berechnung eine große Bedeutung zu. In Wirklichkeit aber ist hier das Wort „Wirtschaftlichkeit" nicht am Platze, da es im Grunde genommen nicht darauf ankommt, für einen bestimmten Querschnitt diejenige Belastung ausfindig zu machen, bei welcher die jährlichen Betriebskosten K, geteilt durch die Belastung J, d. h. tg φ_2, für diesen Querschnitt ein Minimum werden, sondern für eine gewisse Belastung J das kleinste tg φ_2 zu bestimmen.

Bei der ersten Art der Berechnung bleibt nämlich noch die Frage offen, ob nicht bei einem anderen Querschnitt (einem größeren) K/J kleiner wird. Schon ein Blick auf die Abb. 1 S. 193 zeigt deutlich, daß die Kosten K bei einer Leitung von 70 mm² Querschnitt, welche mit ihrer „wirtschaftlichen" Belastung von 155,4 A betrieben wird, um rd 7,5% höher werden gegenüber den Kosten bei einer Leitung von 120 mm² Querschnitt, obwohl letztere nur mit etwa 67,5% ihrer „wirtschaftlichsten" Belastung (230,4 A) beansprucht wird.

Noch unwirtschaftlicher gestalten sich die Verhältnisse, wenn man, dem Rat des Herrn HORSTMANN folgend, eine Leitung von 70 mm² Querschnitt mit 3,4 A/mm² = 238 A belasten würde, anstatt einen Querschnitt von 170 mm., welcher nach der Thomsonschen Regel bzw. Gl. 2 u. 3 hierfür in Frage kommen müßte, zu verwenden. Nach Angabe des Herrn HORSTMANN wird die Wirtschaftlichkeit zwar um 10% geringer (tg φ_2 um 10% größer), was man jedoch in Kauf nehmen kann, da dabei bedeutende Ersparnisse an Anlagekapital erzielt werden können.

Die 800 000 M Ersparnisse, welche Herr HORSTMANN für 100 km Streckenlänge (L) angibt, stellen die Mehrkosten des Leitungsmaterials, wenn man statt 170 mm² einen Querschnitt von 70 mm² verlegt, dar. Diese Kosten werden berechnet nach der Formel:

$$b.(170 - 70)\,L = 80 \,.\, 100 \,.\, 100 = 800\,000 \text{ M}.$$

Außer diesen Kosten müssen jedoch auch diejenigen Anlagekosten der Kraftstation berücksichtigt werden, welche zur Deckung der Verluste in den Leitungen dienen.

Dieselben werden ausgedrückt:

$$\frac{3\,J^2}{A\,q}\,m_0\,L.$$

Setzt man einmal für $q = 70$ mm², das andere Mal $q = 170$ mm², so erreicht man, daß die Anlagekosten der Kraftstation bei Verlegung eines Querschnittes von 70 mm² größer werden, u. zw. gegenüber den Kosten bei Verlegung eines Querschnittes von 170 mm² um

$$\frac{3\,.\,238^2}{60\,.\,70}\,.\,300\,.\,100 - \frac{3\,.\,238^2}{60\,.\,170}\,.\,300\,.\,100 = 714\,000 \text{ M}.$$

Einer Ersparnis von 800 000 M bei der Leitungsanlage steht eine Mehrausgabe von 714 000 M für die Kraftstation gegenüber.

Nachdem man noch für die erforderliche Regelung der Spannung die hinzukommenden Kosten berücksichtigt hat, kann von einer Ersparnis überhaupt keine Rede mehr sein.

Wie steht es aber mit der Wirtschaftlichkeit? Berechnet man die jährlichen Betriebskosten nach Gl. 1, jedoch für 100 km Streckenlänge, so erhält man:

$$\text{bei } 70 \text{ mm}^2 \div [0{,}5\,(300\,.\,0{,}14 + 8760\,.\,0{,}02) + 0{,}075\,(7000 + 80\,.\,70) + \frac{3\,.\,238^2}{60\,.\,70}\,(300\,.\,0{,}14 + 1000\,.\,0{,}02)]\,100 = 356\,000 \text{ M}. \quad (1$$

$$\text{bei } 170 \text{ mm}^2 \div [0{,}5\,(300\,.\,0{,}14 + 8760\,.\,0{,}02) + 0{,}075\,(7000 + 80\,.\,170) + \frac{3\,.\,238^2}{60\,.\,170}\,(300\,.\,0{,}14 + 1000\,.\,0{,}02)]\,100 = 258\,500 \text{ M}. \quad (2$$

Die jährlichen Betriebskosten erhöhen sich somit um 97 500 M bzw. um 38% gegenüber 10% laut Berechnung des Herrn HORSTMANN.

In der Praxis haben sich bis jetzt nur die Thomsonsche Regel bzw. Gl. 2 u. 3 S. 194 bewährt, und es kann nur dringend empfohlen werden, dieselbe auch weiterhin zu verwenden. Sogar mit Rücksicht auf die gesunde Entwicklung einer Kraftübertragung ist es zweckmäßig, gleich beim ersten Ausbau eine noch viel stärkere Leistung, als man nach der Gl. 2 eigentlich nehmen müßte, vorzusehen.

Dieses hier näher zu erläutern, hätte jedoch zu weit geführt.

Düsseldorf, 29. V. 1918.
Dipl.-Ing. S. Soroker.

Erwiderung.

Die Bedeutung der Thomsonschen Regel für die Wirtschaftlichkeitsberechnung neuer Leitungsentwürfe ist im vorstehenden Aufsatz nicht bestritten worden, obwohl die Praxis auch noch eine Reihe anderer Gesichtspunkte bei der endgültigen Wahl von Leitungsquerschnitten zu berücksichtigen hat. Es sei dabei nur an die durch die gegenwärtigen Zeitumstände gebotene äußerste Sparsamkeit an hochwertigen Leitungsmaterialien erinnert.

Im Grunde genommen kann eine Wirtschaftlichkeitsberechnung überhaupt erst dann einsetzen, wenn Material und Querschnitte der Leitung schon einigermaßen festliegen, und es wird auch späterhin nie schaden, die Wirtschaftlichkeit schon vorhandener Anlagen gelegentlich auf die fortbestehende Gültigkeit früher gemachter Voraussetzungen wieder zu überprüfen. Welche Bedeutung in diesem Zusammenhang der wirtschaftlichen Ausnutzung gegebener Querschnitte beizumessen ist, kann füglich dem Urteil der Fachgenossen überlassen bleiben.

Der vorliegende Aufsatz wurde z. B. angeregt, als es sich bei den 110 000 V-Leitungen des Murgwerkes, deren Leitungsmasten für die Verlegung von 70 mm² Kupferseilen berechnet und z. T. bereits erstellt waren, nachträglich darum handelte, die Leistungsfähigkeit zu untersuchen, nachdem infolge kriegswirtschaftlicher Maßnahmen das Kupfer durch Stahlaluminium erheblich geringerer Leitfähigkeit ersetzt werden mußte.

Daß die wirtschaftlichste Ausnutzung gegebener Querschnitte bei überraschend höheren Stromdichten eintritt, als man bei Errechnung des wirtschaftlichen Querschnittes erhalten würde, bestätigen die von Herrn SOROKER angeführten Zahlenbeispiele; sie beweisen aber gerade deshalb nicht die Unzweckmäßigkeit dieser Berechnungsart im allgemeinen.

Im übrigen ist das Zahlenbeispiel auf S. 198 von Herrn SOROKER auch mißverstanden worden. Es wurde nämlich dort nicht behauptet, daß die jährlichen Betriebskosten von zwei Leitungen mit 70 bzw. 170 mm² Kupferquerschnitt bei gleicher übertragener Leistung um 10% verschieden seien, sondern daß ein Unterschied von etwa 10% in der Wirtschaftlichkeit (dem Verhältnis der Betriebskosten zur übertragenen Leistung!) einer 70 mm²-Leitung bestehe, wenn dieselbe, unter bestimmten Voraussetzungen, mit Stromdichten von 1,43 bzw. 2,22 A/mm² belastet wird.

Dieser Querschnitt ergab sich als der wirtschaftlichste nach der Thomsonschen Regel für eine gegebene Belastung von $1{,}43 \times 70 = 100$ A. Derselbe Querschnitt, einmal vorhanden, wird aber erst bei $2{,}22 \times 70 = 155$ A am besten ausgenutzt, u. zw. um etwa 10% besser als bei 100 A, und er wird noch bei $3{,}40 \times 70 = 238$ A ebenso wirtschaftlich ausgenutzt wie bei 100 A. Daraus ergibt sich, daß die Leitung bei mehr als doppelter Belastung noch nichts an derjenigen Wirtschaftlichkeit einbüßt, auf Grund deren ihr Querschnitt ursprünglich nach der Thomsonschen Regel bemessen worden war. Es dürfte hiernach doch fraglich erscheinen, „ob es mit Rücksicht auf die gesunde Entwicklung" einer Kraftübertragung wirklich angebracht ist, bei der Wahl der Leitungsquerschnitte allzu großzügig vorzugehen.

Würde man obige Leitung für eine Belastung von 238 A neu zu entwerfen haben, so ließe sich gewiß bei 170 mm² eine größere Wirtschaftlichkeit erzielen als bei 70 mm², allerdings bei einem Mehraufwand von 800 000 Mark für 100 km Länge. Aber es soll nicht bestritten werden, daß im letzteren Falle auch zur Deckung der Leitungsverluste für Vergrößerung der Kraftstation ein Aufwand zu machen ist, der unter Umständen 714 000 M betragen könnte. Die Voraussetzung des Zahlenbeispiels waren jedoch nach B I. 1. gut belastete Kuppelungsleitungen, bei denen eine entsprechend vermehrte Ausnutzung der vorhandenen Maschinenleistung vorausgesetzt werden durfte.

Karlsruhe, den 22. VI. 1918.
Gg. Horstmann.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Physikalische Praktikum des Nichtphysikers. Theorie und Praxis der vorkommenden Aufgaben für alle, denen Physik Hilfswissenschaft ist. Zum Gebrauch in den physikalischen Übungen und in der Praxis zusammengestellt von Dr. F. Grünbaum, Physiker bei der Siemens & Halske A. G. und Dr. R. Lindt. 2. verb. und erw. Aufl. Mit 131 Abb. XIX u. 425 S. in 8°. Verlag von Georg Thieme. Leipzig 1916. Preis geb. 6,20 M.

Das Buch ist seiner ganzen Anlage nach sowohl, wie auch was die Behandlung des Stoffes anbetrifft, als Leitfaden für das physikalische Übungspraktikum gedacht. Es gliedert sich demgemäß in eine Anzahl einzelner „Aufgaben". Jede dieser Aufgaben wird zunächst präzise hinsichtlich ihres Endzweckes und der zu messenden Größen formuliert, sodann der Grundgedanke der Messung kurz skizziert unter Hinweis auf die zugrunde liegenden physikalischen Gesetze und Tatsachen und schließlich die eigentliche praktische Messung mit den dazu erforderlichen Apparaten beschrieben und erläutert.

Die Darstellung ist so gehalten, daß die elementarsten physikalischen Kenntnisse zum Verständnis genügen. Die dadurch bedingte Breite und die häufigen Wiederholungen derselben Gedanken bei den verschiedenen Aufgaben sind für den Physiker störend und erschweren den Gebrauch des Buches als Nachschlagewerk bei praktischen Arbeiten außerhalb des Übungspraktikums. Aber der Physiker, und in den weitaus meisten Fällen im Gegensatz zur Ansicht der Verfasser auch der Mathematiker, werden sich ja des „Kohlrausch" bedienen. Dem Kreis der Benutzer, an die sich das Buch wendet, also denen, die die Physik nur als Hilfswissenschaft oder im Nebenfach treiben, wird diese Art der Behandlung vielleicht erwünscht sein.

Die Zahl der behandelten Aufgaben, 131 im ganzen, verteilt sich, wie folgt, auf die einzelnen Gebiete: Allgemeine Physik (Raum-, Zeit-, Massen-, Dichtebestimmung): 40. Elastizität, Kapillarität, Viskosität: 7. Akustik: 6. Optik: 30. Wärmelehre: 21. Elektrizität: 27. Damit umfaßt der Kreis der Aufgaben etwa das in den Physikalischen Übungen der Hochschulen gebräuchlichste. Die Verfasser haben sich der Mühe unterzogen, durch eine Rundfrage an sämtliche Hochschulinstitute die am meisten verbreiteten Aufgaben festzustellen und haben das Ergebnis dieser Rundfrage ihrer Auswahl zugrunde gelegt. Am Schluß der betreffenden Abschnitte findet sich da, wo es erforderlich ist, eine Zusammenstellung und Beschreibung der wichtigsten Hilfsapparate. Recht geschickt und für den besonderen Zweck des Buches genügend ausführlich, ist der Schlußabschnitt über das „Ablesen und das Rechnen in der praktischen Physik".

Digitized by Google

Die beigefügten Tabellen sind wohl etwas reichlich knapp bemessen, die schematischen Abbildungen, Druck und Ausstattung des Buches sind vorzüglich. Mit Hilfe des Sachregisters kann das Buch für denjenigen, der an seiner Hand seine praktische physikalische Ausbildung erhalten hat, auch für einen späteren etwaigen praktischen Gebrauch von Nutzen sein. Dr. Paul Gehne.

Handbuch der Fräserei. Kurzgefaßtes Lehr- und Nachschlagebuch für den allgemeinen Gebrauch. Von E. Jurthe und O. Mietzschke. 4. Aufl. Mit 362 Abb., Tabellen und einem Anhang über Konstruktion der gebräuchlichsten Zahnformen bei Stirn- und konischen Getrieben sowie Schnecken- und Schraubenrädern. VII u. 320 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 12 M.

Die vorliegende vierte Auflage enthält als wesentlichste Erweiterung die durch entsprechende Abbildungen erläuterten, wichtigsten Neukonstruktionen des deutschen Werkzeugmaschinenbaues, soweit dieselben für die Fräserei in Betracht kommen. Bei dem deutlich erkennbaren, anerkennenswerten Bestreben, die Abbildungen durch möglichst neuzeitliche zu ersetzen, bzw. zu ergänzen, ist leider ein Fehler insofern unterlaufen, als auf S. 112 die Abb. 140 nicht wie angegeben „Das Schärfen eines hinterdrehten Walzenfräsers mit dem Teilapparat", sondern das Schärfen einer konischen Reibahle darstellt. Erweiterungen des Textes zeugen von einer gründlichen Durcharbeitung des umfangreichen, durch die Fortschritte der letzten Jahre wesentlich erweiterten Stoffes. Daß eine Neuauflage des Buches während der jetzigen Zeit erscheinen konnte, ist der beste Beweis, wie nötig die Werkstatt eine solche Belehrung und Zusammenfassung von sachverständiger Seite hat. Das Buch kann allen in Frage kommenden Stellen zum Studium bestens empfohlen werden.

Perls.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Merkbuch für Naturdenkmalpflege und verwandte Bestrebungen. Von H. Conwentz. 109 S. in 16°. Verlag von Gebr. Borntraeger. Berlin 1918. Preis geb. 3,50 M.

[Dieses eigenartige Büchlein lenkt das Augenmerk auf ein Gebiet, das von der großen Öffentlichkeit unbemerkt schon seit langem Bedeutung und Ausdehnung gewonnen hat. Es bringt in knapper Darstellung eine Übersicht über alle Arbeiten und Bestrebungen zur Naturdenkmalpflege und des Naturschutzes, die in Vereinstätigkeit, Zeitschriften und Landesgesetzen ihren Niederschlag fanden. Hierbei ist der Verband Deutscher Elektrotechniker durch seine Maßnahmen zur Vermeidung der Gefährdung von Vögeln durch Hochspannungsleitungen vertreten (S. 36). Ein sehr dankbares Gebiet würde der Verfasser auch in den von der Elektrotechnik in der Form von Kraftwerken, Unterwerken (Transformatorenwerke), Talsperren usw., geschaffenen, meist inmitten der freien Natur befindlichen Anlagen, finden, worüber reiche Schätze und schon eine stattliche Literatur vorliegen. Z.]

Deutschlands zukünftige Kohlenwirtschaft. Von Prof. Dr. K. Brabbée. 44 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 1,40 M.

Die Gebühren des Sachverständigen. Nach einem im Gremium der ständig beeideten gerichtlichen Sachverständigen und Schätzermeister, Wien, am 14. I. 1918 gehaltenen Vortrage. Von Dr. P. Soyka. 23 S. in 8°. Verlag des Gremiums der ständig beeideten gerichtlichen Sachverständigen und Schätzermeister. Wien I, Eschenbachgasse 11, 1918. Preis 1 M.

Die Kohlenversorgung Europas. Von A. H. Goldreich. Mit 44 Abb. VIII und 268 S. in 8°. Verlag von Urban & Schwarzenberg. Berlin und Wien 1918. Preis geb. 14 M.

Lehrbuch zur Vorbereitung für die Ablegung der Gehilfen- und Meisterprüfung im elektrotechnischen Installationsgewerbe. Im Auftrage des Verbandes der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland verfaßt von Fr. Bode. 316 S. in 8°. 312 Abb. Verlag der Hauptstelle des V. E. I. Frankfurt 1918.

Elektrolicht, Beleuchtungstechnisches Praktikum. Von Fr. Förster. Mit 54 Abb. VIII und 162 S. in 8°. Verlag der Kesselringschen Hofbuchhandlung (E. v. Mayer) Leipzig und Frankfurt 1918. Preis 5 M.

HANDELSTEIL.

Das deutsch-rumänische Zollabkommen.

Durch das zugleich mit dem Friedensvertrag zwischen Deutschland und Rumänien getroffene Wirtschaftsabkommen ist der bisherige Handels- und Zollvertrag zwischen beiden Ländern in der Fassung des Zusatzvertrages vom 6. X./25. IX. 1904 bis zum 31./18. XII. 1930 mit der Maßgabe wieder in Kraft gesetzt worden, daß er nach diesem Zeitpunkt bis zum Ablauf eines Jahres nach der von dem einen oder dem anderen vertragschließenden Teil ausgesprochenen Kündigung gelten soll. Im übrigen wird — ebenfalls eine sehr wichtige Bestimmung — der allgemeine rumänische Zolltarif vom 28. I. 1906 mit seinem ursprünglichen Inhalt und Höhe bis zu gleichem Zeitpunkt gebunden.

Im Interesse der gegenwärtigen schwierigen Valutaverhältnisse ist des weiteren vereinbart worden, daß die Zölle entweder in Gold oder nach Wahl des Zollpflichtigen in Papier zum Goldwert erhoben werden dürfen.

Nachstehende Zusammenstellung gibt Aufschluß über die Zollsätze (die Vertragssätze), welche auf Grund vorstehender Abmachungen und unter Berücksichtigung der Vergünstigungen, welche Rumänien anderen Ländern handelsvertraglich eingeräumt hat, und die deutschen Warenherkünften im Wege der Meistbegünstigungsklausel ebenfalls zugute kommen, für unsere Fachindustrie im Verkehr mit Rumänien vornehmlich in Betracht kommen:

Nr. des Zolltarifs	Bezeichnung der Waren	Zollsatz Lei f. 100 kg[1])
745	Dynamos, Elektromotoren, Umformer, Transformatoren, Spannungsteiler, Elektromagnete und Anker, das Stück zu:	
	a) 2000 kg oder mehr	30 (12)
	b) unter 2000 bis 200 kg	40 (24)
	c) unter 200 kg	50 (35)
746	Zubehörstücke zu Dynamos	50 (35)
747	Elektrizitätssammler und Ersatzplatten (auch galvanische Elemente)	20
748	Bogenlampen und deren Werke (Ausrüstungen dazu, wie Glocken, Metallspiegel usw., werden nach Beschaffenheit ihres Stoffes verzollt.)	75
749	Elektrische Apparate für Telegraphen, Telephone, Kraftübertragung, Beleuchtung, Läutewerke, Unterbrecher, Batterien, für ärztliche oder chemische Zwecke sowie alle kleineren Gegenstände f. d. elektrotechn. Gebrauch	100 (80)
752	Fahrzeuge, nicht zum Fahren auf Schienen bestimmt: Motorwagen und Motorfahrräder zum Betriebe mit Benzin, Elektrizität u. a. Kraft, außer der von Tieren, das Stück im Gewichte von:	
	a) 1000 kg oder mehr	30 (30)
	b) unter 1000 bis 500 kg	45 (45)
	c) unter 500 bis 250 kg	60 (60)
	d) unter 250 bis 100 kg	75 (75)
	e) weniger als 100 kg	90 (90)
753	Bestandteile und Stücke von Motorwagen und Motorfahrrädern	90 (90)
764	Meß- oder Präzisionsapparate aller Art mit Uhrwerk 1 kg	1,50
750	Kabel aus Kupfer oder Kupferlegierungen zur Übertragung elektrischer Ströme sowie isolierte elektrische Leitungen:	
	a) mit Schutzhüllen aus Eisenblech, Eisendraht oder Eisenband	12
	b) ohne Schutzhüllen aus Metall, jedoch isoliert mit Papier, Asbest und anderen nicht genannten Stoffen	20
	c) isoliert mit Kautschuk oder Guttapercha	30
	d) isoliert mit Spinnstoffen, außer Seide, auch in Verbindung mit anderen Stoffen	50
	e) isoliert mit Seidenfäden	100

Für die nach Gewicht tarifierten Waren sind die Zölle nach dem Rohgewicht, dem gesetzlichen oder dem wirklichen Reingewicht zu entrichten, wie solches durch das Gesetz über die Tara für jede Waren- und Verpackungsart bestimmt ist. Unter „gesetzlichem Reingewicht" ist das Gewicht nach Abzug der tarifmäßigen Tara vom Rohgewicht zu verstehen. Für die über die Häfen ein- und ausgeführten Waren und Erzeugnisse wird eine Abgabe von ½ % des Wertes nach Maßgabe des Tarifs vom 14./28. II. 1906 erhoben.

[1]) 1 Lei = 0,80 M.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

C. Lorenz A. G. Telephon- und Telegraphen-Werke, Eisenbahnsignal-Bauanstalt, Berlin[1]). Nach dem Bericht über das 12. Geschäftsjahr 1917 waren Eingang von Aufträgen und Umsatz erheblich größer als im Vorjahre. Die Neubauten in Tempelhof sind so weit fortgeschritten, daß die Übersiedelung des gesamten Betriebes im laufenden Jahre zu erwarten ist. Die Gesellschaft beteiligte sich mit der Telephonfabrik A. G. vorm. J. Berliner, Hannover, an der neu errichteten Lorenz-Werke G. m. b. H., Wien[2]), und übernahm einen Teil der Aktien der ins Leben gerufenen Schiffsinstallation A. G., Bremen[3]). Der Gewinn aus Fabrikation, Beteiligungen und Zinsen abzüglich aller Unkosten betrug 2,760 Mill. M (2,995 i.V.). Nach Vornahme von Abschreibungen in Höhe von 1,078 Mill. M (1,147 i.V.), verbleiben 2,003 Mill. M (2,202 i.V.) zur Verfügung der Generalversammlung. Es sollen 35% Dividende (wie i.V.) auf 4,5 Mill. M Aktienkapital gezahlt werden, 89 043 M (89 042 i.V.) erhält der Aufsichtsrat, 9200 M (0 i.V.) werden für Talonsteuerreserve zurückgestellt und 0,330 Mill. M vorgetragen (0,321 i.V.). Die mit 24,703 Mill. M (15,928 i.V.) abschließende Bilanz bewertet Grundstücke und Gebäude mit 4,336 Mill. M (2,257 i.V.), Maschinen, Werkzeuge und Werkstattsutensilien mit 1,154 Mill. M (0 i.V.), Kasse und Wechsel mit 47 416 M (70 492 i.V.), Effekten und Beteiligungen mit 2,980 Mill. M (4,270 i.V.), Waren mit 8,416 Mill. M (3,029 i.V.), Rohmaterialien mit 1,165 Mill. M (0,663 i.V.). Schuldnern einschl. Bankguthaben mit 6,605 Mill. M (5,638 i.V.) stehen Gläubiger einschl. Kriegsgewinn-Sonderrücklagen mit 14,890 Mill. M (6,328 i.V.) gegenüber. —*z.*

Braunschweig-Hannoversche Überlandzentrale A. G., Berlin[4]). Nach dem Bericht über das 6. Geschäftsjahr 1917 ist der Anschlußwert von 4347 auf 4476 kW, die Stromabgabe von 0,424 auf 0,451 Mill. kWh gestiegen. Der Geschäftsgewinn betrug 0,186 Mill. M (0,150 i.V.), der Reingewinn nebst Vortrag 23 428 M (24 457 i.V.). Es sollen 3% Dividende (wie i.V.) auf das eingezahlte Kapital von 0,650 Mill. M gezahlt werden.

Firmenverzeichnis.

Technische Treuhand-Vereinigung Elektrowacht G. m. b. H., Berlin. So lautet der Name der bisherigen Technischen Revisionsvereinigung Elektrowacht G. m. b. H. Gegenstand: Begutachtung technischer Fragen, treuhänderische Überwachung maschineller und technischer Betriebe aller Art, Ausarbeitung von Projekten, Fortbetrieb des von Ingenieur A. Niedlich, Berlin, unter der Firma „Technische Revisionsvereinigung Elektrowacht" betriebenen Ingenieurbureaus, Erwerb gleichartiger oder ähnlicher Unternehmungen, Beteiligung an solchen oder Übernahme von deren Vertretung.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Piepenhagen, desgl. Butow (Kr. Saatzig) und Klein Lienichen (Haftsumme: je 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: je 100.). — Elektritizätsgenossenschaft m. b. H., Kottwitz, Kr. Sagan (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Klannin. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Zucklau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft Regensberg und Umgegend m. b. H., Regensberg i. Schles. (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Krummöls (Haftsumme 200 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50).

[1]) Über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 292.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 472.
[3]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 540.
[4]) Bericht über 1912 vgl. „ETZ" 1913, S. 900.

Berichtigung.

In dem Aufsatz von Osnos „Regelung von Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittelst Gleichstrom" muß es auf S. 216, Spalte 3, vorletzter Absatz und in Abb. 9b D.R.P. 282883 heißen.

Abschluß des Heftes: 27. Juli 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 8. August 1918.** **Heft 32.**

Die Untersuchung rasch laufender Magneträder in Theorie und Praxis.

Von **Dipl.-Ing. Richard Neumann**, Berlin.

Übersicht. Es werden die verschiedenen Rechnungsverfahren zur Untersuchung durch die Fliehkraft beanspruchter Maschinenteile besprochen. Der Rechnungsgang ist grundsätzlich verschieden, je nachdem es sich um einen mit Armen versehenen Schwungring, um einen scheibenförmigen oder einen trommelförmigen Körper handelt. Die Unsicherheit der Rechnung, die Ungleichmäßigkeit des Baustoffes und die verwickelte Bauart der aus vielen Teilen zusammengesetzten Magneträder machen es empfehlenswert, zur Vermeidung von Unglücksfällen die betriebsmäßig auftretenden höchsten Beanspruchungen bei der Fabrikprobe hervorzurufen. Die diesem Zweck dienende Prüfgrube der A. E. G. wird ausführlich beschrieben.

Eine Reihe bedauerlicher Unglücksfälle, deren letztem vor kurzer Zeit ein auch in deutschen Fachkreisen bekannter und geschätzter norwegischer Ingenieur, Herr von Krogh, mit drei Arbeitern zum Opfer gefallen ist, gibt Veranlassung, die theoretische und praktische Untersuchung hochbeanspruchter Magneträder zu besprechen, wie sie insbesondere bei Wechselstromerzeugern für Wasserturbinenantrieb in Frage kommen.

Die Normalien des Verbandes deutscher Elektrotechniker schreiben für gewöhnliche Fälle eine Prüfung der elektrischen Maschinen mit einer Drehzahl vor, die 15% über der Betriebsdrehzahl liegt. Bei von Wasserturbinen angetriebenen Stromerzeugern wird aber fast ausnahmslos die Forderung gestellt, daß sie eine Drehzahlsteigerung um 80% aushalten, ohne Schaden zu nehmen. Der Grund für diese verschärfte Bedingung liegt in folgendem[1]): Im Gegensatz zu anderen Kraftmaschinen, die bei völliger Entlastung und Versagen des Reglers ihre Drehzahl mehr und mehr steigern, bis an irgend einer Stelle ein Bruch eintritt, können Wasserturbinen im gleichen Falle nur eine Geschwindigkeit annehmen, die annähernd der höchsten Geschwindigkeit des Wasserstrahles entspricht. Die höchste Wassergeschwindigkeit ist durch die festliegende Druckhöhe eindeutig bestimmt. Die normale Drehzahl der Turbine wird so gewählt, daß ihre Leistung einen Höchstwert annimmt. Eine einfache Rechnung zeigt, daß dies dann der Fall ist, wenn die Umfangsgeschwindigkeit des Rades gleich der Hälfte der Wassergeschwindigkeit ist. Während daher theoretisch eine Drehzahlsteigerung um 100% bei Entlastung möglich wäre, genügt es, mit Rücksicht auf die Reibungsverluste die durch die Fliehkraft beanspruchten Teile für eine Drehzahlsteigerung von 80% zu bemessen, um für alle Fälle gesichert zu sein.

Die Festigkeitsberechnung der von der Fliehkraft beanspruchten Maschinenteile ist in der technischen Buch- und Zeitschriftenliteratur ausgiebig behandelt worden. Die folgende Zusammenstellung kann daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sie mag aber doch vielleicht — insbesondere den jüngeren Fachgenossen — willkommen sein. Die Behandlung des Problems gliedert sich in drei charakteristische Gruppen, die sich durch die allgemeine Querschnittsform des drehenden Teiles unterscheiden. Diese Formen sind:

1. der mit Armen versehene Schwungring,
2. die Scheibe,
3. die Trommel.

Wie ersichtlich, handelt es sich bei diesen drei Formen um die Frage, nach welcher Richtung der zu entwerfende oder zu untersuchende Körper im wesentlichen ausgedehnt ist, nach der tangentialen, der radialen oder der achsialen.

Zwischenformen sind natürlich nicht ausgeschlossen und werden vielfach die Regel bilden. Brüche an vergleichsweise langsam laufenden Schwungrädern haben schon frühzeitig dazu geführt, die Verhältnisse des mit Armen versehenen Schwungringes rechnerisch zu verfolgen. Die Berechnung der Scheibe nahm ihren Ausgang einerseits von der Untersuchung von Schleifsteinen und Schmirgelscheiben, anderseits von der von Dampfturbinenrädern nach Laval. Die Form der Trommel wurde insbesondere mit Rücksicht auf die Parsonsturbine untersucht.

1. Der mit Armen versehene Schwungring.

Grashof[1]) untersucht den Schwungring als krummen stabförmigen Körper, dessen Querschnittsmasse klein im Vergleich mit der Länge der Mittellinie ist, bei dem daher die Schubkräfte vernachlässigt werden können. Er leitet den Zusammenhang der Materialspannungen mit den äußeren Kräften ab und ermittelt die statisch unbestimmten, in den Verbindungspunkten des Ringes mit den Armen wirkenden Einzelkräfte und Momente aus den Bedingungen, daß der Winkel zwischen Arm und Kranz unverändert bleiben muß, und daß die Verschiebung des Verbindungspunktes sich einerseits aus der Veränderung der Ringmittellinie, anderseits aus der Armverlängerung ergibt.

Krüger[2]) sucht die Grashofschen Berechnungen durch Aufstellung von Zahlentafeln für den praktischen Gebrauch handlicher zu machen.

Köchy[3]) verarbeitet eine vom preußischen Handelsministerium veranlaßte Rundfrage über Schwungradexplosionen. In der von ihm aufgestellten Theorie wird zur Bestimmung der Integrationskonstanten die Gleichung der elastischen Linie, wie sie für den geraden Stab Geltung hat, auch für den Stab mit endlichem Krümmungsradius benutzt. Dies dürfte vielleicht den Wert der ausführlichen und im übrigen für die damalige Zeit sehr verdienstlichen Arbeit nach dieser Richtung hin etwas beeinträchtigen. Immerhin hat die Berechnungsmethode ihrer vergleichsweise bequemen Handhabung wegen vielfach Eingang in die Praxis gefunden.

Goebel[4]) untersucht die Deformation des Schwungrades, indem er einen Schnitt durch die zwischen zwei Armen liegende Mittelebene legt und durch Einführung einer auf diese Ebene wirkenden Einzelkraft und eines Momentes die Schnittfläche wieder in ihre ursprüngliche radiale Ebene verlegt, wobei die Verlängerung der Arme berücksichtigt wird. Er untersucht weiter die Wirkung einer Verzögerung des Schwungringes auf die Deformation des Armes und des Kranzes sowie den Einfluß der Kranzverbindung.

Bredt[1]) berechnet Formveränderung und Spannungen für jede einzelne Kraft und superponiert die einzeln ermittelten Spannungen zu einer Gesamtspannung. Auf diese Weise werden die Kräfte im Ring und in den Armen untersucht, sodann wird, wie dies auch schon von Köchy geschehen ist, die Wirkung der wechselnden Antriebskraft und der Stoßverbindungen ermittelt.

Schenk[2]) untersucht, einer Anregung Föppls folgend, das Magnetrad elektrischer Maschinen nach der Methode Castiglianos, indem er sowohl das Rad ohne Pole wie das mit Polen belastete Rad für gleichförmige und ungleichförmige Drehung durchrechnet und schließlich auch Temperaturspannungen berücksichtigt. Die Methode besteht darin, daß die Deformationsarbeit partiell nach einer der Kräfte differentiert wird. Dies ergibt die Verschiebung des Angriffpunktes bzw. die Drehung des Querschnittes. Diese Verschiebung bzw. Drehung kann für gewisse Punkte bzw. Querschnitte gleich Null gesetzt werden, und man erhält auf diese Weise die statisch unbestimmten Kräfte bzw. Momente.

Tolle[3]) berechnet in ausführlich durchgeführter, vergleichsweise elementarer Darstellung die Formänderungen und Spannungen des Kranzes, indem er für den krummen Balken die auftretenden Kräfte in eine im Schwerpunkt der Querschnittsfläche und eine im Krümmungsmittelpunkt angreifende Kraft zerlegt. Er stellt drei Gleichungen auf, die die in den Armen und die im Kranzquerschnitt wirkende Zugkraft und eine exzentrisch wirkende, von den benachbarten Querschnitten auf das zu untersuchende Kranzstück ausgeübte Resultierende als Unbekannte enthalten. Als weitere, durch besondere Untersuchungen zu ermittelnde Größen kommen in den Gleichungen noch die bekannte, bei verwickelteren Kranzquerschnitten vorteilhaft zeichnerisch zu ermittelnde Querschnittsfunktion für gekrümmte Stäbe sowie die Armdehnung in Frage. Für die letztere wird ebenfalls ein zeichnerisches Untersuchungsverfahren angegeben, das für veränderliche Armquerschnitte sicherer zum Ziele führt, als die verwickelte Rechnung. Schließlich wird auch der Einfluß der auf die Welle übertragenen Drehmomente untersucht und an zwei durchgerechneten Zahlenbeispielen der Gang der Berechnung erläutert. Bemerkenswert ist die Forderung, die Kranzverbindung in den Wendepunkt der elastischen Linie zu verlegen. Mit Rücksicht hierauf wird die Winkellage dieses Wendepunktes ermittelt.

Bauer[4]) untersucht ebenfalls nach der Methode Castiglianos den Schwungring mit Armen im Beharrungszustand, den Einfluß der Kranzverbindung, der Verzögerung des Kranzes durch äußeren Widerstand und der Temperaturverschiedenheiten. Zum bequemeren Gebrauch stellt er für verschiedene

---

[1]) Vgl. Pfarr, „Die Turbinen für Wasserkraftbetrieb", 2. Aufl., Berlin 1912, S. 7 bis 14 und S. 720.

[1]) „Theorie der Elastizität und Festigkeit", 1. Aufl., Berlin 1866, u. 2. Aufl., Berlin 1878, S. 278.
[2]) „Zeitschr. d. V. d. I." 1872, S. 98.
[3]) „Verh. des Ver. zur Bef. d. Gewerbefl." 1886, S. 25.
[4]) „Zeitschr. d. V. d. I." 1898, S. 352, u. 1899, S. 23.

[1]) „Zeitschr. d. V. d. I." 1901, S. 267.
[2]) „Festigkeitsberechnung größerer Drehstrommotoren", 1903, Teubner.
[3]) „Die Regelung der Kraftmaschinen", Berlin 1909, S. 161.
[4]) „Dinglers Pol. Journ." 1908, S. 353.

Digitized by Google

Armzahlen häufiger vorkommende, vom Armwinkel abhängige Ausdrücke tabellarisch zusammen.

Mies[1]) betrachtet den Schwungring zunächst als frei rotierend, indem er einen Schnitt zwischen Kranz und Arme legt, ermittelt dann die von den Armen auf den Kranz ausgeübte Kräfte aus den Formänderungen beider und berechnet schließlich hieraus die Spannungen. In einer anderen Arbeit[2]) untersucht er den Einfluß veränderlicher Armquerschnitte. Zur Vereinfachung der rechnerischen Auswertung gibt er ebenfalls Tabellen für verschiedene Armzahlen und verschiedene Verjüngungsverhältnisse der Arme.

2. Die Scheibe.

Wie bereits erwähnt wurde, haben hauptsächlich die Untersuchungen an Schleifsteinen und an Dampfturbinenrädern zur Ausbildung von Berechnungsverfahren geführt, die sich ohne weiteres oder nach geeigneter Umformung für die Festigkeitsrechnung von scheibenförmig ausgebildeten Magneträdern verwenden lassen.

Großmann[3]) untersucht die Möglichkeit des Ersatzes von Schwungrädern durch Vollscheiben und entwickelt unter Berücksichtigung der Querkontraktion — deren Einfluß er als gering ermittelt — Gleichungen für die tangentialen Spannungen, indem er die an der innersten und der äußersten Faser auftretenden Radialspannungen gleich Null setzt.

Grübler[4]) stellt unter Vernachlässigung der Querkontraktion die Differentialgleichung auf für einen sich gleichförmig drehenden Hohlzylinder konstanter Breite, integriert diese und erhält so die radial und tangential wirkenden Spannungen in Abhängigkeit von den Radien und den auf die zylindrischen Begrenzungsflächen ausgeübten Drucke. Die erhaltenen Beziehungen enthalten einerseits die von Großmann, anderseits die von Grashof entwickelten Gleichungen für ruhende Zylinderwandungen als Spezialfälle. Weiter wird der Einfluß der Befestigung des Scheibenkörpers untersucht. In späteren Arbeiten[5]) teilt Grübler Versuche über die Festigkeit von Schleifsteinen mit, die er in der Artilleriewerkstatt Spandau mit Unterstützung durch die Kgl. Feldzeugmeisterei und in Dresden im Auftrag des Vereins deutscher Ingenieure angestellt hat. Die Versuche wurden in einer Prüfgrube vorgenommen, in der die Scheiben mit vertikaler Achse liefen. Der Antrieb erfolgte mit einer biegsamen Welle, die gestattete, daß sich die Achse frei einstellen konnte.

An die Arbeiten Grüblers schließt sich ein lebhafter Meinungsaustausch mit Bach, Martens, Ensslin, Schüle und Bredt[6]). Dabei wird besonders die Frage erörtert, inwieweit für das untersuchte Material die Annahme der Proportionalität zwischen Dehnungen und Spannungen zulässig ist. Eine Integration der Differentialgleichung ist bei Nichtproportionalität im allgemeinen nicht mehr in geschlossener Form möglich, und man muß sich mit Näherungsrechnungen begnügen.

Stodola[7]) entwickelt unter Berücksichtigung der Querkontraktion die allgemeine Differentialgleichung für die rotierende Scheibe veränderlicher Dicke. Ist das Gesetz, nach dem sich die Breite der Scheibe mit dem Radius ändert, bekannt, so liefert die Differentialgleichung die Beziehungen zwischen der radialen Verschiebung eines Körperelementes und dessen Abstand von der Drehachse. Die Integration ist nur für einzelne Sonderfälle ohne weiteres durchführbar, so für die Scheibe gleicher Festigkeit, die Scheibe mit hyperboloidischem Profil und die Scheibe gleicher Dicke. Die für letztere gefundenen Beziehungen stimmen unter der Annahme der Winkelgeschwindigkeit Null und bei Einführung von gleichmäßig verteilten Drucken an der Innen- und Außenfläche der Scheibe als Grenzbedingungen natürlich wieder mit den von Grashof, Föppl u. a. gegebenen Gleichungen für ruhende Zylinderwandungen überein. Stodola entwickelt ferner ein graphisches Verfahren für die Bestimmung des Scheibenprofiles unter Annahme einer Kurve für die radiale Verschiebung in Abhängigkeit vom Radius und berichtet schließlich über Versuche zur Ermittlung der Spannungsverteilung, die er an dünnen Gummilamellen angestellt hat. Die dabei erhaltenen Zerrlinien bestätigen die Rechnungsresultate.

Keller[1]) gibt ein Berechnungsformular für Scheibenräder, mittels dessen er bei gegebenem Scheibenprofil die Radial- und Tangentialspannungen, ausgehend von angenommenen Anfangswerten, für die innerste Faser punktweise nach außen fortschreitend berechnet.

Werner[2]) untersucht in einer ausführlichen Arbeit die Beanspruchung der Turbodynamos rechnerisch und graphisch u. zw. vier charakteristische Formen: Rotoren mit verteilter Wicklung, Nabenräder, Scheibenräder und Schildräder, während Räder mit Armsternen unberücksichtigt bleiben. Wesentlich für die Art der Behandlung ist, daß die Momente nicht auf die Schwerpunktlinie des gekrümmten Stabes, sondern auf die bei Biegungsmomenten allein auftretende Nullinie bezogen werden. Dadurch ergeben sich Ausdrücke für die Spannungsverteilung und für die Formänderungsarbeit, bei denen die Einflüsse der Längskraft und des Momentes wie beim geraden Stabe getrennt erscheinen. Es werden ferner der Einfluß der Polbefestigung berücksichtigt, insbesondere der der Größe der Kraftangriffstläche auf Normalkräfte und Momente. In besonderen Abschnitten wird die Spannungsverteilung in Rädern mit großem Kranzwiderstandsmoment behandelt sowie die Verkeilung des Rades auf der Welle und die Bemessung der letzteren. Bei der Durchrechnung von Beispielen wird auch die in der Praxis übliche Zerlegung des Querschnittes in einzelne Teilquerschnitte gleicher Breite vorgenommen. Die Vernachlässigung der magnetischen Zugkräfte und der Längskontraktion wird rechnerisch begründet, und es werden vielfach numerische Vergleiche mit den Ergebnissen anderer Berechnungsmethoden gegeben.

(Schluß folgt.)

Die Steuerungen der elektrischen Wechselstrom-Hauptbahnlokomotiven der preußischen Staatsbahnen.[3])

Von der preußischen Staatseisenbahnverwaltung sind insgesamt 108 Lokomotiven beschafft bzw. vergeben worden, die sich in 19 Schnellzug-, 22 Personenzug- und 67 Güterzuglokomotiven gliedern und 11 verschiedene Achsanordnungen zeigen. Wenn schon diese mechanischen Unterschiede, was Stärke und Anzahl der Motoren anbelangt, nicht ohne Einfluß auf die Durchbildung der Steuerungen bleiben können, wird das Bild umso bunter, als in die Lieferung der elektrischen Ausrüstung 5 Firmen sich teilten, von denen jede für sich eine eigne Motorbauart mit bestimmten elektrischen Eigenschaften verfolgt. Die Steuerungen dürften sich demnach weniger durch die äußere Erscheinung, durch die Art der Leistungsregelung kennzeichnen, nach welchem Gesichtspunkte sie von Wachsmuth eingeteilt werden, als durch ihre Aufgabe, von Fall zu Fall die günstigsten Laufbedingungen für die Motoren einzustellen. Eine übersichtliche Gliederung der Steuerungen müßte sich deshalb auf die inneren Vorgänge der Motoren aufbauen, eine Sonderaufgabe, die nicht nur über die Wachsmuthschen Ausführungen weit hinaus reichen würde, deren Erörterung vielmehr noch immer geeignet wäre, die Anhänger der verschiedenen Motorbauarten zum Streite wachzurufen. Die Übersicht wird aber vollkommener, wenn das, was bisher als unzulänglich sich erwiesen, übergangen wird und nur jene Steuerungen herausgegriffen werden, die für die Zukunft eine Weiterentwicklung versprechen.

Als unzulänglich haben sich die Steuerungen mit Drehtransformatoren gezeigt. Nicht allein leidet die Betriebssicherheit durch die verwickelte Art des Antriebes und der Bremseinrichtungen des Drehtransformators, dieser bedingt auch eine nicht unwesentliche Gewichtsvermehrung der elektrischen Ausrüstung und eine wesentliche Verschlechterung des Leistungsfaktors. Aus letzterem Grunde kann auch leider die so überaus einfache Regelung mit reiner Bürstenverschiebung (Déri-Motor) keine Verwendung finden, abgesehen davon, daß bei diesem Motor die zulässige Funkenbildung sehr von der synchronen Umdrehungszahl abhängt. Überholt dürfte auch die ältere Steuerung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft mit besonderem Erregertransformator sein, dem die richtige Verteilung der Gesamtspannung auf Kompensations- und Läuferwicklung zufiel, und dessen Einstellung nach Maßgabe der Geschwindigkeit zur Erzielung eines möglichst funkenfreien Laufes von Hand aus erfolgen mußte. Mithin bleiben für die fernere Betrachtung noch folgende Gruppen übrig:

1. Reine Schützensteuerungen.

a) 27 Güterzuglokomotiven B+B, Bauart der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

Die beiden 450 kW-Repulsions-Reihenschlußmotoren sind durch Schalter *M* (Abb. 1) einzeln abschaltbar, liegen in Reihe und spiegelbildlich zu den Anzapfungen des Leistungstransformators, dessen Wicklungsmitte geerdet ist. Dadurch erhält jeder Motor nur die halbe Spannung gegen Erde, auch vereinfacht sich die Verriegelung der Schütze, die hier wie bei allen Schützensteuerungen in Überbrückungen von Hilfskontakten besteht, um die Schütze zu zwangläufig voneinander abhängigem Arbeiten zu bringen und auf diese Weise Kurzschlüsse in den zugehörigen Transformator-Wicklungsgruppen unter allen Umständen zu vermeiden. Die Motoren fahren mit kurzgeschlossenen Bürsten an, bei etwa 7 km Fahrgeschwindigkeit wird dagegen dieser Kurzschluß durch den Fliehkraftschalter *a* selbsttätig aufgehoben, während bei den höchsten Spannungsstufen, den höchsten Geschwindigkeiten entsprechend, ein Teil des Hilfsfeld-Nebenschlußwiderstandes durch die Drosselspule *Dr* ersetzt wird. Die Hauptschütze sind von den Fahrtwendern in der Weise abhängig, daß sie infolge Gebrauch von Folgekontakten erst einspringen, nachdem die Fahrtwender die richtige Stellung eingenommen haben. Funkenbildung kann daher an letzteren nicht auftreten. Weiter sind die Hauptschütze mit solchen Kontakten versehen, daß die Erregerspulen bei eingeschaltetem Schütz von einem Sonderstromkreis gespeist werden, so daß die Schütze, wenn die Spannung ausgeblieben ist, erst wieder eingeschaltet werden können, nachdem der Führerschalter auf Halt gebracht worden ist. Wird auf dem Motortrennbrett durch Umlegen der Starkstromverbindung ein Motor abgeschaltet, so erfolgt gleichzeitig die Unterbrechung der zu diesem Motor gehörenden Hilfsstromkreise.

b) 13 Güterzuglokomotiven B+B+B, Bauart Siemens-Schuckertwerke.

Nach Abb. 2 liegen die 3 Zahnradmotoren bezüglich Anker und Feld in Reihe, die Umschaltung der Felder erfolgt durch einen Fahrtwender. Die Regelung der Motoren besteht in reiner Spannungsänderung. Eine Drosselspule bezweckt die Unterteilung des Stromes auf 3 gleichzeitig eingeschaltete Schütze, so daß diese nur für $^1/_3$ des Motorstromes bemessen zu sein brauchen. Die Motoren sind einzeln abschaltbar, ebenso die Transformatoren.

2. Schützensteuerung in Verbindung mit Bürstenverschiebung.

1 Personenzuglokomotive 2 D1 mit 1 Motor von 1900 kW, 13 Personenzuglokomotiven 2 B+B1 mit 2 Motoren von je 800 kW, Bauart Bergmann Elektricitäts-Werke.

Dem Wesen nach ist die Steuerung (Abb. 3) der beiden Lokomotivformen die gleiche, nur weisen die 2 B+B1-Maschinen 2 Fahrtwender und 2 Schützengruppen auf. Bei diesen

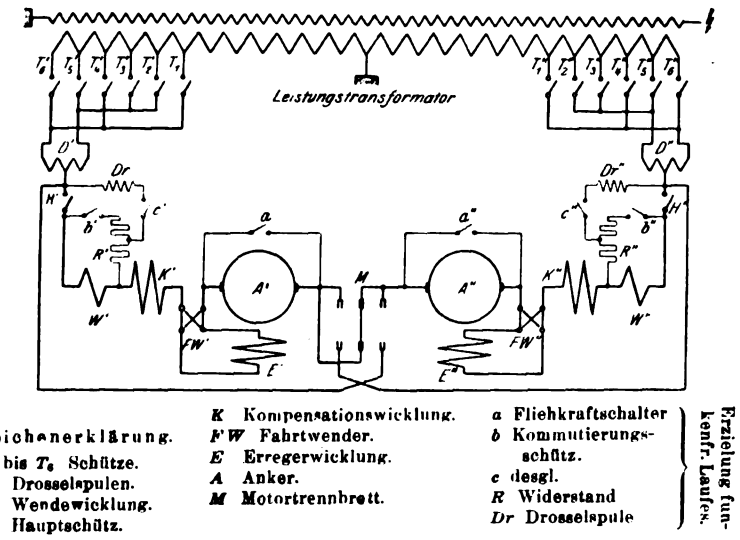
---

[1]) „Dinglers Pol. Journ." 1910, S. 692.
[2]) „Dinglers Pol. Journ." 1910, S. 358.
[3]) „Verh. des Ver. zur Bef. d. Gewerbefl." 1883, S. 216.
[4]) „Zeitschr. d. V. d. I." 1897, S. 860. In einer früheren und in späteren Arbeiten ist die Querkontraktion in Rechnung gezogen.
[5]) „Zeitschr. d. V. d. I." 1899, S. 94; 1903, S. 195.
[6]) „Zeitschr. d. V. d. I." 1899, S. 1402 u. 1489; 1900, S. 1157, 1163, 1169, 1577; 1901, S. 105 bis 108 u. 267.
[7]) „Zeitschr. d. V. d. I." 1903, S. 51; 1907, S. 1269; ferner „Die Dampfturbinen", 4. Aufl., Berlin 1910, S. 242 ff.

[1]) „Schweizerische Bauzeitung" 1909, S. 307.
[2]) „Die mechanische Beanspruchung raschlaufender Magneträder (Turbogeneratoren)", Halle 1909.
[3]) B. Wachsmuth, „Ann. f. Gew. u. Bauw.", Bd. 70, Heft 10 bis 12; Bd. 80, Heft 1 u. 2.

Digitized by Google

Motoren wirkt die Bürstenverschiebung ähnlich wie die Feldschwächung bei Gleichstrommotoren, d. h. es können große Drehmomente auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten abgegeben werden. Dieser Punkt dürfte sich im Fahrbetrieb als recht schätzenswert erweisen, obwohl er durch eine verwickeltere Handhabung der Regelung erkauft werden muß.



Zeichenerklärung.
T_1 bis T_6 Schütze.
D Drosselspulen.
W Wendewicklung.
H Hauptschütz.
K Kompensationswicklung.
FW Fahrtwender.
E Erregerwicklung.
A Anker.
M Motortrennbrett.
a Fliehkraftschalter
b Kommutierungsschütz.
c desgl.
R Widerstand
Dr Drosselspule
Hilfsmittel zur Erzielung funkenfr. Laufes.

Abb. 1. Grundsätzlicher Schaltplan der Güterzuglokomotive B + B der A. E. G.

Jeder Führerstand besitzt 2 Handräder, von denen das eine zur Spannungsregelung durch die Schütze dient und das andere das Bürstenjoch mit Hilfe eines die Lokomotive durchlaufenden Gestänges bewegt. Zunächst werden die Bürsten, entsprechend der Fahrtrichtung, in den zugehörigen Arbeitsbereich gebracht, worauf die Spannungsregelung durch die Schütze einsetzt. Ist die höchste Spannungsstufe erreicht, so wird, um die Geschwindigkeit weiter zu steigern, das Bürstenjoch entgegengesetzt der Drehrichtung des Motors bewegt. Die Handradspindeln sind untereinander sowohl wie gegen das Bürstenjoch so verriegelt, daß die Schütze nur freigegeben werden, wenn das Joch und das zugehörige Antriebsrad festgehalten sind und umgekehrt. Um den Motorstrom von 5000 A zu unterteilen, sind eine Doppeldrosselspule und 2 Dreifachdrosselspulen vorgesehen, in deren Zuleitungen je 1 Schütz liegt, das stufenweise den Anschluß an die verschiedenen Anzapfungen des Transformators vermittelt.

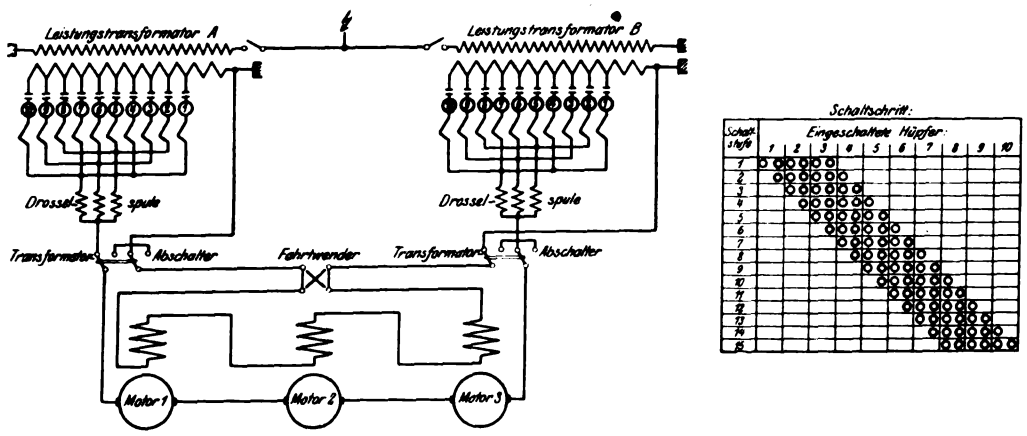


Abb. 2. Schaltplan der Güterzuglokomotive B + B + B der Siemens-Schuckertwerke.

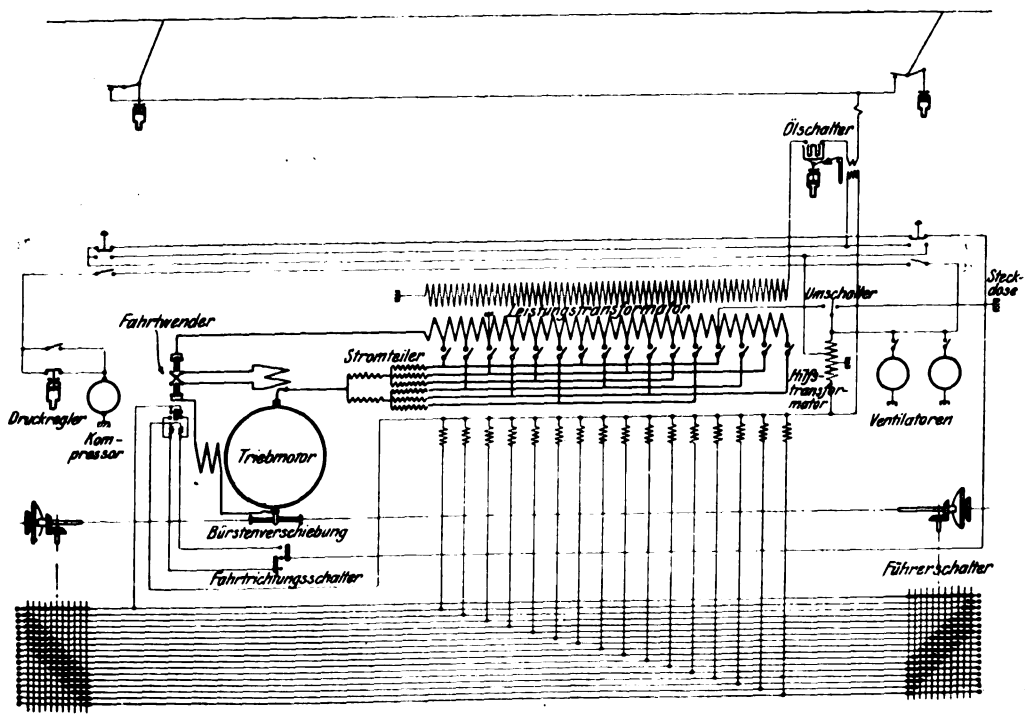


Abb. 3. Schaltplan der Personenzuglokomotive 2 D 1 der Bergmann-Elektricitäts-Werke.

3. Walzensteuerung mit Zusatztransformator.

11 Schnellzuglokomotiven 1 C 1, 7 Personenzuglokomotiven 1 C 1, Bauart Maffei-Schwartzkopff-Werke.

Obwohl diese Steuerung (Abb. 4) sich an die Wirkungsweise der Drehtransformatoren anlehnt, zeigt sie dennoch eine eigenartige Durchbildung. Der Motorstrom durchfließt die Sekundärwicklung eines Zusatztransformators, dessen Primärwicklung durch die Schalter 1 bis 6 derart an verschiedene Spannungen des Leistungstransformators angeschlossen wird, daß unter Zuhilfenahme der Schalter *a, b, c, d* auch die Stromrichtung umkehrbar ist. Infolgedessen liegt im Motorstromkreise eine Zusatzspannung, die je nach der Stromrichtung in der Primärwicklung dem Motor bald eine niedrigere, bald eine höhere Spannung aufdrückt als der jeweiligen Anzapfung am Leistungstransformator entspricht. Den Anschluß an diese Anzapfungen vermitteln die Schalter *A, B, C*. Bei Verfolgung des in Abb. 4 angegebenen Schaltschrittplanes ergibt sich, daß mit einer geringeren Zahl von Schaltern und Leitungen eine sehr feinstufige Regelung erzielt wird, und daß ferner die Schalter keine Leistung zu unterbrechen haben. Mithin ist an diesen keine Funkenbildung zu erwarten. Sie sind denn auch eng nebeneinander aufgebaut und werden durch eine Nockenwelle zwangläufig aus- und eingeschaltet. Diese Anordnung bringt wieder den Vorteil mit sich, daß jede Verriegelung zwischen den Schaltern entbehrlich ist. Das Kennzeichen der ganzen Steuerung ist deshalb Einfachheit und Übersichtlichkeit. Allerdings ist zu bezweifeln, daß bei größeren Leistungen der Antrieb der Walze von Hand aus noch genügend leicht geht, wie denn überhaupt eine gewisse Schwergängigkeit nicht von der Hand zu weisen sein dürfte. Jeder mechanische Antrieb der Walze würde aber eine wesentliche Verwicklung bedeuten.

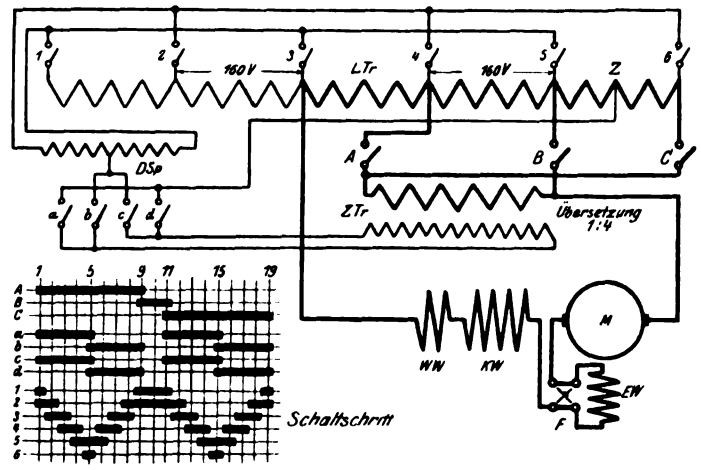


Abb. 4. Grundsätzlicher Schaltplan der 1 C 1-Schnellzuglokomotive der M.S. W.

4. Stufenschlittensteuerung.

10 Güterzuglokomotiven C+C mit 2 Motoren von zusammen 850 kW, Bauart Brown, Boveri & Cie.

Diese Steuerung (Abb. 5) besitzt ebenfalls den Vorzug der Einfachheit, dürfte aber gleichfalls daran leiden, daß die vorgesehene Schlittenbewegung durch Hand, namentlich bei größeren Leistungen, zu mühsam ist. Sie besteht in der bekannten Zellenschalteinrichtung bei Akkumulatoren: zwei voneinander isolierte Schlitten *N* und *H* vermitteln über ihre zugehörigen Funkenentzieher S_N und S_H, sowie über deren Nebenkontakte F_N und F_H den Anschluß an den Motorstromkreis.

Damit wären die Steuerungen dem Wesen nach erschöpft, bemerkenswert ist noch die grundsätzliche Bauart der üblichen Schütze (Abb. 6). Das „SSW"-Schütz zeigt einen Zugmagnet, dessen Achse den einhebeligen Schaltarm trägt und gleichzeitig die Verstellung der Verriegelungs-Kontaktleiste bewirkt. Dieses Schütz erfordert einen starken Magnet und ist aus diesem Grunde gegen Spannungsschwankungen sehr empfindlich, wenn nicht zu besonderen Hilfseinrichtungen zur gleichmäßigen Beibehaltung der Spannung gegriffen wird.

Das „AEG"-Schütz arbeitet mit Klappmagnet und Kniehebelübersetzung auf die Stromüberbrückung, der Auflagedruck ist dementsprechend bei verhältnismäßig kleinem Magnet ein beträchtlicher.

Um den Kontaktdruck auf sehr hohe Werte zu bringen und den Kontaktteilen dementsprechend geringere Abmessungen zu geben,

Digitized by Google

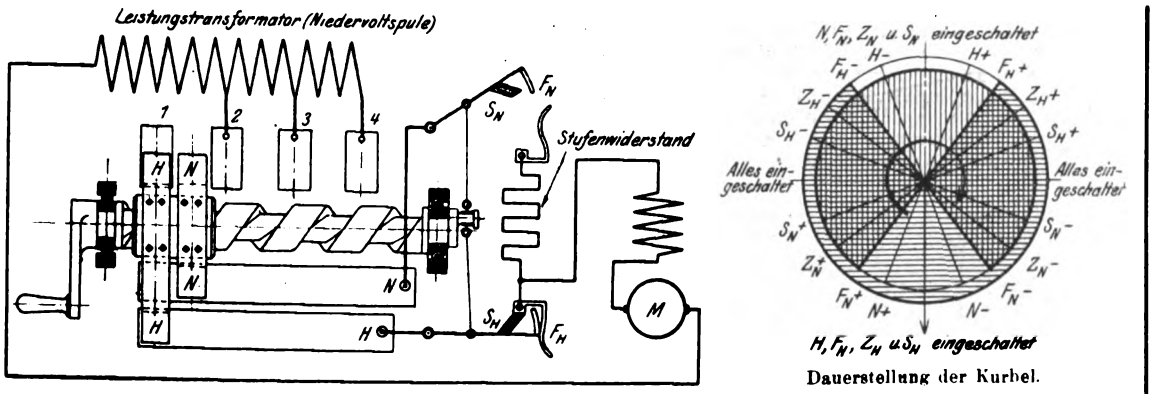


Abb. 5. Schematische Darstellung der C + C-Lokomotive (B. B. C.).

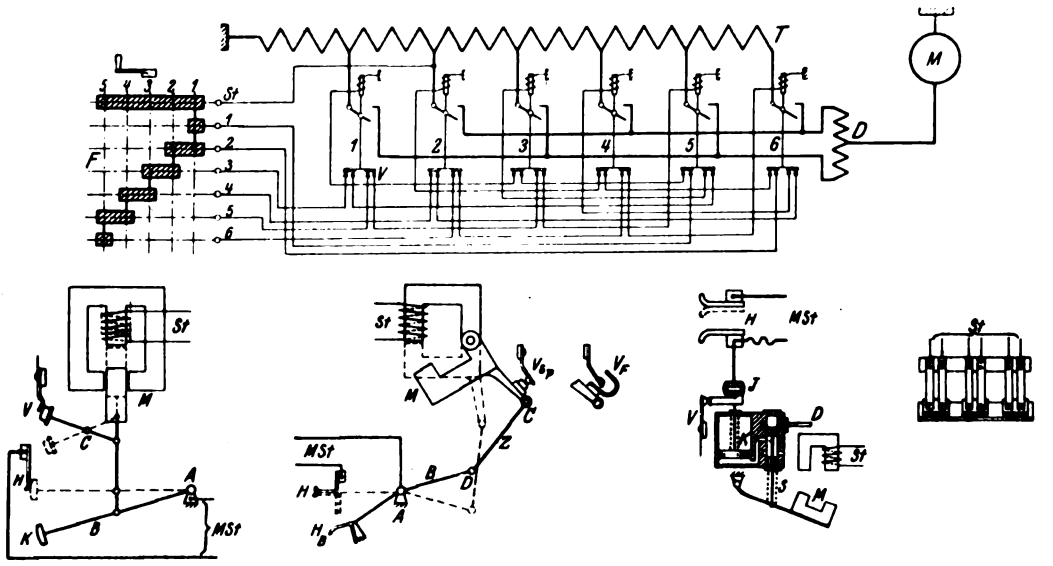


Abb. 6. Grundsätzliche Bauarten der Schütze und Verriegelungsplan.

werden beim Bergmann-Schütz die Kontakte durch Druckluft aufeinander gepreßt, wobei letztere durch ein Ventil elektromagnetisch gesteuert wird. Diese Bauart zeigte eine sehr große Unempfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen.

Die Abb. 6 enthält weiter ein grundsätzliches Schaltbild von Schützen in Verbindung mit den notwendigen Verriegelungen der Steuerleitungen. Wie schon früher erwähnt, sind derartige Verriegelungen zur Vermeidung von Kurzschlüssen in der Transformatorwicklung unentbehrlich.

Die kritischen Betrachtungen, die Wachsmuth an manchen Stellen seiner Ausführungen eingeflochten hat, sind eine erfreuliche Erscheinung. „Betriebssicherheit ist das A und O des Eisenbahnbetriebes", und in der Tat, vergegenwärtigt man sich die mannigfachen Hilfseinrichtungen, die im Gefolge mancher Steuerungen stehen, so muß anerkannt werden, daß mitunter der Aufwand zum erreichten Zweck in ungünstigem Verhältnis steht. Wenn aber Wachsmuth die Zersplitterung in der Durchbildung der Steuerungen rügt, so darf nicht übersehen werden, daß eine Vereinheitlichung kaum erfolgen kann, solange nicht nur die Lokomotivleistungen, sondern auch die Anzahl der in einer Lokomotive untergebrachten Motoren so verschiedenartig ist wie in den vorliegenden Fällen, selbst wenn die zahlreichen liefernden Firmen keine natürliche Hemmung in der Vereinheitlichung bedeuten würden. Auf diese Grundlage wird sich die Bauart der Apparate stützen, wobei nicht übersehen werden darf, daß vielfach eine bestimmte Bauart nur innerhalb fester Belastungsgrößen wirtschaftlich berechtigt ist. Die kritischen Betrachtungen in dieser Hinsicht weiter auszuspinnen, die Menge und das Gewicht der aufgebrachten Steuerungsteile und der Schaltleitungen ziffernmäßig in Beziehung zur Motorgröße und zur Betriebssicherheit zu bringen, die wiederum durch Art, Zahl und Dauer der Störungen zu kennzeichnen wäre, kurz, den gesunden Kern aus der bisher geleisteten Pionierarbeit herauszuschälen und ihn in den Boden weiterer Entwicklung einzupflanzen, wäre eine zwar arbeitsreiche, aber wirtschaftlich berechtigte Aufgabe. *R. M.*

Zur Lackfrage.

Auf Anregung der Kriegs-Rohstoff-Abteilung haben in der letzten Zeit im Kreise der beteiligten Fabrikanten und Konstrukteure Besprechungen über die Möglichkeit einer Vereinheitlichung der Isolierlacke stattgefunden. Geplant ist die Beibehaltung von nur drei Arten Lack mit verschiedenem Ölgehalt. Eine derartige Regelung ist zweifellos für die Rohstoffbeschaffung vorteilhaft, kann aber natürlich allein nicht ausreichen, weil eine Kontrolle darüber, ob die hochwertigen Lacke auch wirklich nur für hochwertige Arbeiten Verwendung finden, fehlt.

Die Beanstandungen, die in letzter Zeit wegen beobachteter schlechter Isolation erhoben worden sind, finden, wie nicht allgemein bekannt sein dürfte, z. T. ihre Erledigung darin, daß die Methoden, Grundsätze und Einrichtungen der Fabrikation in den elektrotechnischen Fabriken verschiedenartige sind. Sehr häufig werden die Tränk- und Lackierarbeiten von ungelerntem Personal ausgeführt, welches nur an eine bestimmte Lacksorte gewöhnt ist und, da ihm Spezialkenntnisse auf diesem Gebiet meist fehlen, einer neuen Lacksorte mit abweichenden Eigenschaften nicht das nötige Verständnis entgegenbringen kann, im Gegensatz zu anderen Industrien, welche über ein in jeder Beziehung geschultes Lackierer- und Meisterpersonal verfügen.

So wird beispielsweise sehr häufig bei der Anwendung des Vakuumofens übersehen, daß zur Trocknung ölhaltiger Lacke eine Oxydation, d. h. die Zufuhr von Sauerstoff notwendig ist. Soll aber diese Oxydation eintreten, so muß der Luft Gelegenheit gegeben werden in genügender Menge an die lackierten Teile heranzukommen, was in einem Vakuumschrank unter Vakuum nicht möglich ist.

Zweckmäßig ist es zwar, im Vakuumofen eine Vortrocknung der Spulen vorzunehmen und auch im unmittelbaren Anschluß daran ohne Öffnung des Ofens zu tränken. Will man dann in diesem Ofen auch die lackierten Gegenstände trocknen — und sie nicht, wie es vielfach geschieht, in einen besonderen Gas- oder Dampftrockenofen bringen — so muß das Vakuum geöffnet und der Luft beim Trocknungsvorgang Durchfluß gestattet werden. Rücksicht zu nehmen ist ferner auf die Jahreszeit bzw. die Eigenart der Atmosphäre. Auch die Konsistenz des Lackes spielt eine wichtige Rolle. Wird ein Lack dick aufgetragen, so geht der Trocknungsvorgang langsamer vor sich als bei dünner Lackierung. Besonders die mit dem Tränklack angefüllten Hohlräume trocknen sehr langsam aus. Aus diesem Grunde wird von manchen Firmen zur Entfernung des überflüssigen Lackes ein Schleuderverfahren angewendet. In der Lackierungstechnik ist es daher allgemein üblich, statt einer einzigen Tränkung oder Lackierung deren zwei oder drei anzuwenden, weil der Trocknungsvorgang dann zuverlässiger verläuft. Auch bei der sehr wichtigen Wasserprobe gilt es, zu wissen, ob der Lack zwischen den Windungen wie auf denselben gut durchgetrocknet war. Ist das nicht der Fall, so wird die zurückgegangene Isolation sich verhältnismäßig langsam erholen.

Man sieht also an diesen Beispielen, welche Bedeutung der Lackierungstechnik neben der Qualität des Materials für die gute Isolation zukommt. Es erscheint daher in der jetzigen Zeit, wo die besten Lackqualitäten nur mit Sparmaterial angefertigt werden können, von äußerster Wichtigkeit, daß die Firmen der elektrotechnischen Industrie auch ihre Lackier- und Tränkverfahren einer Revision unterziehen und sich den zur Verfügung stehenden Lacksorten, noch mehr als dies bisher geschehen war, anpassen. Anderseits sollten die Lackfabriken ihren Lieferungen Gebrauchsanweisungen mitgeben u. zw. in solcher Form, daß diese auch richtig bis zur Leitung der Lackiererei gelangen und dort zur Kenntnis genommen werden. *Ptz.*

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Neue Fernsprechämter.

Gegen Ende vorigen Jahres wurde das in dem neuen reichseigenen Postgebäude in Berlin-Tempelhof untergebrachte Amt Südring in Betrieb genommen. Als A- und B-Amt gebaut, hat es vorläufig 24 A-Plätze und 12 B-Plätze, einen Vorschalte- und einen Prüfplatz; dazu kommen Auskunftstelle, Klinkenumschalter für Dienstleitungen, Aufsichtstisch usw. Das Amt ist zunächst für die Aufnahme von 3600 Teilnehmerleitungen ausgebaut; vorgesehen ist jedoch die Erweiterung auf 10 000 Teilnehmeranschlüsse. Die Schaltung entspricht im wesentlichen derjenigen der Berliner Fernsprechämter VI, Hansa, Weißensee und Stephan.

Am 28. Januar d. J. wurde der Betrieb in dem neuen Fernamt in Stettin aufgenommen. Es ist mit 29 Fernschränken zu zwei Arbeitsplätzen ausgerüstet. Die einzelnen Arbeitsplätze konnen bis 5 Fernleitungen aufnehmen. Außerdem sind Plätze für Sammelbzw. Nachtverkehr und zwei Plätze für Sp.-Leitungen eingerichtet. Für den Meldedienst sind drei Tische vorgesehen. Das neue Fernamt arbeitet zur Zeit noch mit dem im Jahre 1901 erbauten Ortsamt in Tischform zusammen. Auch der Umbau dieses Amtes ist in die Wege geleitet.

In Chemnitz ist das Ortsamt bereits im Jahre 1916 vollendet worden. Ihm ist dann der Neubau des Fernamts gefolgt, das seit dem 4. Mai d. J. in Betrieb ist. Zur Bewältigung des Fernverkehrs sind vorläufig 40 Fernschränke mit je zwei Arbeitsplätzen für je fünf Fernleitungen eingebaut. Für den Meldedienst sind fünf Meldetische vorhanden. Wie bei dem Stettiner Fernamt gibt es auch hier Plätze für Nacht- und Sammelbetrieb, und wie dort sind auch hier die üblichen Einrichtungen wie Klinkenumschalter, Auskunfts- und Aufsichtsstellen usw. vorgesehen.

Für die drei vorgenannten Ämter hat im Auftrage der Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung das Wernerwerk der Siemens & Halske A.G. die technischen Einrichtungen geliefert und aufgestellt.

Gemischter Betrieb in einem Wähleramt.

Bei dem im Jahre 1912 in Betrieb genommenen Wähleramt Posen, das bisher halbselbsttätig mit Abfragebeamtinnen betrieben wurde, ist damit begonnen worden, bei den Sprechstellen Apparate mit Wählscheibe aufzustellen. Die in dieser Weise ausgerüsteten Sprechstellen verbinden sich mit dem gewünschten Teilnehmer selbsttätig, ohne daß an der Amtgeinrichtung außer der Sperrung der Zugangs-

Digitized by Google

wege zu den Abtragestätzen Änderungen vorgenommen werden. Es ist beabsichtigt, alle einfachen Sprechstellen und Umschaltestellen mit einer Amtsleitung und nicht mehr als 5 Nebenstellen für den selbsttätigen Verkehr herzurichten. Für die größeren Nebenstellenanlagen bleibt aus technischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen das Abfrageamt bestehen. Binnen kurzem wird in diesem Orts-Fernsprechnetz auch ein Hilfsamt mit einer Aufnahmefähigkeit von zunächst 1000 Anschlußleitungen dem Betrieb übergeben.

Kr.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Sparsame Bewirtschaftung der Wasserkraft-Elektrizitätswerke.

Wie man der „Deutsch. Tag.-Zeitg." vom 28. VI. 1918 aus Bunzlau berichtet, hat die Verschwendung des Wassers aus der Talsperre Mauer im Frühjahr nunmehr zu einer gewissen Knappheit der elektrischen Kraft geführt. Wie der Vertrauensmann vom Elektrizitätswerk des Schlesischen Provinzialverbandes bekannt gibt, zwingen die andauernde Trockenheit und der Wassermangel in den Talsperren zur strengen Durchführung der Rationierung des elektrischen Stromes. Da überdies von Kohlenkraftwerken nur wenig Ersatzstrom zu erhalten ist, müssen alle diejenigen Abnehmer, welche auf besonderen Antrag widerruflich von der Rationierung befreit worden sind; solange rationiert werden, bis die Wasserknappheit aufhört. Auch alle anderen Abnehmer werden ersucht, mit der Stromabnahme äußerst sparsam umzugehen. An die Großabnehmer wird das Ersuchen gerichtet, die Unterabnehmer auf die Stromknappheit aufmerksam zu machen und zur Sparsamkeit anzuhalten.

Lichteinschränkung in Amerika.[1])

Vor den neuerlichen „Rationierungen" in den Vereinigten Staaten macht die bisher unbeschränkte Bewunderung der reichen Quellen dieses Landes endgültig halt. Haben sich schon in den Kriegslieferungen der Amerikaner an Kraftfahrzeugen, Schiffen, Mannschaften die amerikanischen üblichen Ziffern als törichte Übertreibung erwiesen, so schwindet angesichts der Zuteilung von Lebensmitteln, Kohle, elektrischer Kraft usw. auf den Kopf der Bevölkerung auf die bescheidendste Vorstellung des vermeintlichen riesenhaften Überschusses dieses Landes. Aus New York wird jetzt berichtet, daß die Regierung auf unbestimmte Zeitdauer vom 25. Juli ab für die Staaten New England, New Jersey, New York, Pennsylvania, Delaware und Maryland, sowie für den Distrikt Columbia, Stadt Washington, also für den wichtigsten Teil der Vereinigten Staaten, vier lichtlose Nächte und für die übrigen Staaten deren zwei in jeder Woche angeordnet habe. Man scheint also auch in Amerika noch mit Wasser zu kochen.

Z

Bahnen und Fahrzeuge.

Schweißung eiserner Fahrleitungen.

[Zeitschr. des V. D. I., Bd. 62, S. 295.]

Bei Fahrdrähten elektrischer Bahnen läßt sich die Verbindung eiserner Leitungen am zweckmäßigsten durch Schweißung erzielen, wie sie von der Pacific Electric Railway bereits im Jahre 1910 erfolgreich ausgeführt wurde. Die zuerst angewendete Hartlotung hat sich nicht bewährt. Zum Schweißen der Fahrdrahtleitungen wird, den „Mitteilungen des Schweizerischen Acetylen-Vereins" zufolge, Azetylen-Dissous[2]) verwendet. Als Zusatzmetall soll früher schwedisches Eisen, jetzt aber mit Vorteil Nickelstahldraht benutzt werden. An der oberen Seite kann, um die Festigkeit zu erhohen, der Drahtquerschnitt etwas vergrößert werden. In rotwarmem Zustande wird die Schweißstelle sodann in einem Gesenk auf den angenähert normalen Querschnitt gebracht oder geformt. Darauf wird der Draht im Abstande von etwa $^1/_2$ m beiderseits der Schweißstelle mit kaltem Wasser besprengt und dann weiter gegen die Schweißstelle hin abgekühlt. Sie wird auf diese Weise leicht gehärtet. Um eine Schweißverbindung herzustellen, sind auf der Strecke 10 bis 15 min erforderlich. Versuche mit geschweißten Drahtverbindungen ergaben, daß ein Bruch beim Abbiegen der Schweißstelle über einen rechten Winkel erst beim 7. Male eintrat. Nach dem Erhitzen des Drahtes durch starken Wechselstrom bis zum Erglühen waren die Schweißstellen zwar etwas weicher, doch war der Draht immer noch als Fahrdraht brauchbar.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 498, 528; 1918, S. 70, 110.
[2]) in Azeton gelöstes Azetylen.

Die erfinderische Straßenbahnführerin.

Der Verbrauch an Schmelzsicherungen ist bei den heute unvermeidlichen, zeitweise starken Überfüllungen der Straßenbahnwagen sehr erheblich. Man hat oft die Führerin und Schaffnerin eines Straßenbahnzuges ratlos vor dem ausgebrannten Sicherungskasten stehen und dann verzweifelnd an der durch ihren Zug zum Stehen gezwungenen langen Reihe von Wagen entlang gehen sehen, um da, meist vergebich, um Sicherungseinsätze zu betteln. In einer solchen Lage wandte sich nun kürzlich eine Führerin kurz entschlossen an die Schaffnerin ihres Zuges mit dem Ersuchen um eine Haarnadel. Ein Griff in den von der Mütze bedeckten Haarschopf, und die „erschnte Sicherung" war zur Stelle. Um wirklich sicher zu gehen, oder wohl einer bereits gemachten Erfahrung zufolge, setzte die Führerin diese dann in gebogenen Zustand, also als Doppeldraht, unter die Schraubklemmen und setzte damit ihre Fahrt anstandslos fort.

e

Anwendung der Elektrizität und Strahlungen in der Medizin.

Die Wiederertüchtigung Kriegsverletzter.

[Ch. Dantin. Genie Civil, Bd. 69, S. 73, 87, 439.]

Vor etwa 2 Jahren wurde in Paris ein Wettbewerb ausgeschrieben zur Erlangung von Hilfsmitteln, durch die das Los der Kriegsverstümmelten verbessert werden könne. Im Juli 1916 wurde der Société nationale de Chirurgie eine Stiftung von 50 000 Fr übergeben, die dem Erfinder des besten Handersatzgliedes zuerkannt werden soll.

Das französische Kriegsministerium hat ferner eine Versuchsanstalt für Ersatzglieder eingerichtet, die es sich zur Aufgabe macht, auf wissenschaftlicher Grundlage die Organisation des Anlernens und Arbeitens der Kriegsbeschädigten und Verstümmelten zu fördern. Das von dem Leiter derselben angegebene Verfahren zur Erhöhung der Bewegungsmöglichkeiten Verletzter wird bereits in verschiedenen Fürsorgestellen Frankreichs und der Ententeländer angewendet und soll im folgenden kurz erläutert werden.

Um die Bewegungsfähigkeit wieder zu erwecken, bedarf es zunächst einer experimentellen Untersuchung, um festzustellen, welche Veränderungen in der Muskelbewegung durch die Verletzung eingetreten sind, wie groß deren Kraft noch ist, und welche Geschwindigkeit das Muskelspiel noch hat. Die weitere Aufgabe ist dann, die Muskeltätigkeit neu zu beleben bzw. so zu beeinflussen, daß sie zur Arbeitsleistung wieder tauglich wird. Zum Messen der Größe des Muskelspiels in jeder Ebene sowie des Kraftmomentes des Muskels dient das Amarsche „Arthrodynamometer". Es besteht aus zwei zirkelartig miteinander verbundenen Stahllinealen und gestattet die Beugewinkel auf einem Zifferblatt abzulesen, dessen Zeiger sich entsprechend der Lage der Lineale zueinander einstellt.

Sind der Grad der Beweglichkeit und die absolute Muskelkraft mittels des Arthrodynamometers bestimmt, so kann man mit Hilfe methodischer Übungen die Wiederertüchtigung der Muskulatur erreichen und allmählich die Überanstrengung, die der Verletzte zur Muskelbetätigung leisten mußte, ausschalten, d. h. schnelle Ermüdung und Schmerzempfindung beseitigen.

Die funktionelle Kräftigung soll in der Weise geregelt werden, daß der Amputationsstumpf ein Höchstmaß von Kraft und Beweglichkeit erlangt. Diese Ertüchtigung der Teile der unteren und oberen Extremitäten kann mittels des sogenannten ergometrischen Rades von Amar erreicht werden. Es besteht im wesentlichen aus einem etwa 36 kg schweren Schwungring, der das Hinterrad eines Fahrrades bildet, von dem Rahmen und Pedale beibehalten sind. Um den Schwungkranz ist ein Stahlband gelegt, das am einen Ende eine Schale trägt, auf die letztere werden Gewichte gelegt, um die jeweils beabsichtigte Bremsung zu erzielen. Das andere Ende des Bandes ist an einem registrierenden Zugdynamometer befestigt. Das gezahnte Pedalrad erhält seine Bewegung von einem gleichgroßen zweiten, das in Handhöhe gelagert ist und durch eine Kurbel betätigt werden kann.

Handelt es sich um einen Armamputierten, so wird eine Blechrinne an Stelle des Kurbelgriffes angeschraubt. In dieser Rinne wird der Stumpf mit Riemen befestigt und so mit der Kurbelwelle verbunden. Der Armamputierte setzt sich auf den Sattel und betätigt mit den Füßen die Pedale. Dadurch wird der Stumpf an der Welle nach einem bestimmten Rhythmus der durch ein Metronom angegeben wird und sich nach Länge und Kraft des Stumpfes richtet, bewegt. Nach Amars Angaben sollen die Patienten durch zweimonatige Übung der beschriebenen Art die Kraft und Beweglichkeit der Stümpfe, die sie in 6- bis 8-monatiger Untätigkeit verloren hatten, vollkommen wiedergewinnen.

Bei Beinamputierten wird eine entsprechende Beinrinne an das Pedal angeschraubt. Diese Rinnen tragen wesentlich zur Wiederbelebung der Aktivität der Gewebe in den Stümpfen bei und steigern ihre Sensibilität.

Notwendig ist, daß sowohl das regelmäßige Üben als auch die kontinuierliche Steigerung der Arbeitsleistung der Bein- und Armamputierten dauernd überwacht werden.

Zur Wiederertüchtigung der Hand benutzt Amar die „dynamographische Birne" aus dickem Kautschuk von etwa 125 cm³ Inhalt, in der die Luft mittels einer kleinen Fahrradpumpe verdichtet wird. Sie steht in Verbindung mit einem Quecksilbermanometer. Bei den Fingern dient der „Chirograph" desselben Erfinders gleichen Zwecken. Er besteht aus einer Stützvorrichtung, die ein unbewegliches Befestigen des Unterarmes gestattet, Hand und Finger dagegen freiläßt. Die Kräftigung der Handmuskulatur erfolgt durch Zug der einzelnen Finger bzw. aller zusammen an einem Faden, der je nach Belieben des Leiters der Übungen mit 200 bis 1500 g belastet werden kann, wobei die Zahl der Fingerbeugungen, die dem Willen der Patienten unterliegt, allmählich bis auf 60 i. d. min gesteigert wird. Der Apparat kann auch mit Registriervorrichtung versehen werden.

Nachdem die von der Operation herrührenden Gliedversteifungen auf diese Weise beseitigt sind und die Muskeln wieder geschmeidig gemacht sind, ist es notwendig, die Bewegungsfähigkeit weiter zu fördern als Vorbereitung für die nutzbringende Berufsarbeit, die entsprechend den körperlichen und geistigen Fähigkeiten des Patienten auszugestalten ist.

Insonderheit genügt es bei den Amputierten nicht, die Stümpfe nur zu kräftigen und bewegungsfähig zu machen, sondern man wird die berufliche Wiederertüchtigung in Verbindung mit den durch das Ersatzglied geschaffenen Bedingungen dem gewählten Handwerk anpassen müssen.

Die Ersatzglieder sollen keineswegs bloß ein fehlendes Glied oder einen Teil desselben ersetzen, sondern auch eine verloren gegangene oder verminderte Funktion desselben. Es ist darauf zu achten, daß die Befestigung des Kunstgliedes weder die Kontraktionsfähigkeit noch die Beweglichkeit der Gelenke begrenzt. Demnach muß die Wahl der geeigneten Prothese auf wissenschaftlicher Grundlage vorgenommen werden, wobei man sich auf die Ergebnisse stützen muß, die eine Analyse der Arbeit, die den Gliedern des Verstümmelten noch zugemutet werden kann, zeitigt.

Es ist bekannt, daß der Gesamtenergieverbrauch durch Messen der Atemwechsel ermittelt werden kann. Den Erfolg der Kraftäußerungen wird man durch die Menge des abgefeilten Materials feststellen können, oder durch den Takt der Bewegungen und die Größe des Ausschlags der Gliedbewegung. So kann man die Art der Bewegungen herausfinden, mit der ein möglichst wirtschaftliches Ergebnis erzielt wird. Eine ähnliche Untersuchung läßt sich für einen Mann, der mit Schaufel oder mit Hammer arbeitet, anstellen.

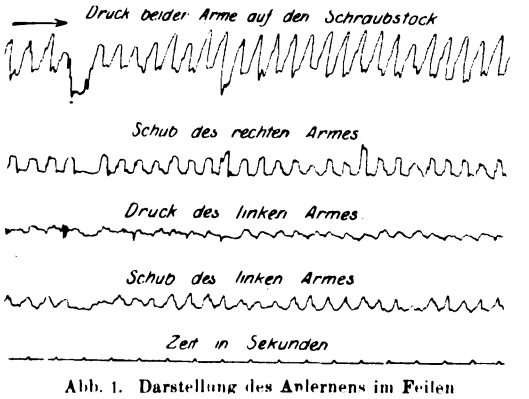


Abb. 1. Darstellung des Anlernens im Feilen bei Bruch des linken Handgelenks.

Eines der Verfahren, um aus Rechtsarmamputierten gute Linkshänder zu machen, besteht darin, daß man sie mit ihrem linken Arm ein Brett mit dem Schlichthobel hobeln läßt, auf das zwei parallele seitliche Führungen geschraubt werden. Je nach den Fortschritten, die der Patient im Hobeln macht, nähert man diese Führungsleisten allmählich und kann erreichen, daß selbst wenn die Leisten den Kanten des Hobels bis auf 2 mm genähert werden, ein

Digitized by Google

Anstoßen nicht erfolgt. Die geringste Berührung der Leisten läßt eine Glocke ertönen.

Abb. 1 gibt eine graphische Darstellung der Fortschritte eines Mannes beim Feilen, der einen Bruch des linken Handgelenks erlitten hatte nach 20-tägiger Behandlung. Sie zeigt einen regelmäßigen Verlauf der Arbeitsphasen, eine arbeitsfähige linke Hand und einen schnellen Takt der Bewegungen.

Durchaus notwendig ist es, für die verschiedenen Amputierten einen Beruf zu finden, in dem die ihnen verbliebene Arbeitskraft voll ausgenutzt wird. Die Berufswahl muß im Hinblick auch darauf erfolgen, daß die Ausbildung nicht zu lange dauert. Die Verletzten und Verstümmelten sollen nach Berufsarten eingeteilt und zu Werkstätten geschickt werden, in denen eine Ausbildung und Vervollkommnung im Beruf erfolgen kann.

Im weiteren Verlauf seines Berichtes gibt Dantin noch eine eingehende Beschreibung der künstlichen Glieder nach Amar, auf die hier des Raummangels wegen lediglich verwiesen werden kann.

Zahlreiche Offiziere konnten mit einem Canet-Arm ausgerüstet wieder zur Front gehen.

Lohse.

Verschiedenes.

Vorschriften über Maßnahmen bei Bränden und Schäden an elektrischen Leitungen[1]).

[Mitteilungen der Ver. der El.-W., Nr. 218, S. 203.]

Von dem Bayerischen Landes-Feuerwehrverband und dem Bayerischen Bezirksverband der Vereinigung der Elektrizitätswerke sind neue Vorschriften über Maßnahmen bei Bränden und Schäden an elektrischen Anlagen aufgestellt und vereinbart worden, auf welche wir hierdurch hinweisen möchten. Sie sind vollinhaltlich abgedruckt in obiger Quelle und so gehalten, daß sie den ausführenden Mannschaften der Feuerwehr verständlich sind.

Die Vorbildung der Beamten des Auslanddienstes.

Infolge des Weltkrieges ist das öffentliche Augenmerk auf die Einrichtungen unseres Auslanddienstes gelenkt worden und insbesondere auf die Herkunft, die Auslese und die Vorbildung der Diplomaten und Konsuln. Daß diese Vorbildung mit tiefergehenden Mängeln behaftet ist, wird allgemein anerkannt. Geh. Reg.-Rat Professor Franz, Charlottenburg, bringt im Juniheft der vom Verein deutscher Ingenieure herausgegebenen Monatsschrift „Technik und Wirtschaft“ eine bemerkenswerte Anregung, in der die allgemeine Aufmerksamkeit auf die Einseitigkeit der akademischen Schulung gelenkt wird. Es wird darin ausgeführt, daß viel mehr als der plutokratische Einschlag und die Bevorzugung des Adels bei der Auswahl unserer Auslandsvertreter die wissenschaftliche Exklusivität bei der Vorbildung schädlichen Einfluß ausgeübt habe. Eine Besserung der Verhältnisse sei zu erwarten, wenn man vom Monopol der Juristenschule abgehe und als Anwärter zur diplomatischen und konsularischen Laufbahn auch Akademiker der Erfahrungswissenschaften, insbesondere die aus den Technischen Hochschulen hervorgegangenen Diplomingenieure, zulasse. Der wohlbegründete Vorschlag darf als wertvoller Beitrag zur Frage der Neugestaltung unserer auswärtigen Vertretung angesehen werden.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Betrifft: Kommissionen für Installationsmaterial und Schaltapparate.

Die Kommissionen haben beschlossen, in der auf Seite 602 der „ETZ“ 1917 veröffentlichten Bekanntmachung die Tabelle „C. Zinkbolzen“ zu streichen und auf Spalte 1 den vorletzten Absatz folgendermaßen zu ändern:

„Für Stromstärken bis 150 A können Anschlußbolzen und Klemmen aus Eisen, Klemmen auch aus Zink bestehen. Bei Sicherungen von mehr als 60 A sind Anschlußbolzen aus Sparmetall erforderlich.“

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär.
Dr.-Ing. G. Dettmar.

[1]) Vgl. auch „ETZ“ 1905, S. 720; 1910, S. 414; 1911, S. 548; 1915, S. 20.

Bericht
über die
XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25jährigen Bestehens
des
Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin
am 1. Juni 1918.

Erste Verbandsversammlung.

(Fortsetzung von S. 311.)

Vorsitzender: M. H.! Ich erteile das Wort Herrn Geheimen Hofrat Prof. Dr.-Ing. Görges für die Technischen Hochschulen.

Herr **Görges:** Eure Exzellenzen, hochansehnliche Versammlung! Im Namen der sämtlichen deutschen Technischen Hochschulen habe ich die Ehre, dem Verbande Deutscher Elektrotechniker zu seiner höchst erfolgreichen 25jährigen Arbeit die herzlichsten Glückwünsche darzubringen. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat das große Verdienst, daß er es verstanden hat, alle elektrotechnischen Kräfte für die Mitarbeit an seinen Aufgaben zu gewinnen. Das gibt seinen Arbeiten, den Vorschriften, den Leitsätzen, den Normen die Sachlichkeit und allgemeine Gültigkeit, die sie zu einem sicheren Berater in allen elektrotechnischen Fragen gemacht haben. Dadurch hat er zu einem wesentlichen Teil zur Erhöhung der Gediegenheit der Erzeugnisse der deutschen Elektrotechnik beigetragen und ihr Ansehen im Inland und Ausland fördern helfen. Die Professoren der Technischen Hochschulen freuen sich, daß sie zu ihrem Teil dazu haben beitragen können, diese Aufgaben zu lösen, und sie werden auch in Zukunft gern und freudig an den weiteren Aufgaben des Verbandes teilnehmen. Der lebhafte Wunsch der Hochschullehrer ist es, daß der Verband Deutscher Elektrotechniker in Zukunft ebenso große Erfolge wie bisher aufweisen möge.

Vorsitzender: Ich erteile das Wort Herrn Sektionschef Dr. von Krasny vom Arbeitsministerium in Wien.

Herr **von Krasny:** Euere Exzellenzen, sehr geehrte Herren! Ich bringe dem Verbande Deutscher Elektrotechniker Glückwünsche und Grüße aus Österreich, namentlich des Ministeriums für öffentliche Arbeiten, dem die Organisation der Elektrizitätswirtschaft jetzt übertragen wurde, und Sr. Exzellenz, des Herrn Ministers, der an Ihrem Feste und an Ihren Bestrebungen lebhaften Anteil nimmt.

Wir in Österreich haben stets Hand in Hand mit Ihnen gearbeitet. Wir sind uns bewußt, der deutschen Wissenschaft, der deutschen Elektrotechnik und Elektroindustrie zu großem Danke verpflichtet zu sein; denn ein wesentliches Verdienst an der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in Österreich haben Sie. Anderseits darf ich ohne Überhebung, mit berechtigtem Stolze feststellen, daß auch mancher gut österreichische Kern in den Annalen der Elektrotechnik rühmlich verzeichnet ist und vollen Klang hat.

Heute, da in Österreich ein neuer großer Aufschwung der Elektrizitätsverwertung durch systematische und einheitliche Ausnutzung unserer reichen Energiequellen angestrebt wird und durch das im Reichsrate eingebrachte Gesetz eingeleitet werden soll, hoffen wir auf ferneres gedeihliches Zusammenwirken, allseits förderlichen Austausch von Ideen, geistigen und materiellen Kräften und Errungenschaften. Der Verband Deutscher Elektrotechniker und die in ihm vereinigten hervorragenden Vertreter von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft werden hierbei stets ein wichtiger Faktor sein und bleiben. Von ganzem Herzen wünschen wir deshalb, daß der Verband Deutscher Elektrotechniker blühe, wachse und gedeihe und uns seine Freundschaft bewahre!

Vorsitzender: Ich erteile das Wort Herrn Generalsekretär Jakobovits vom Ungarischen Elektrotechnischen Verein.

Herr **Jakobovits:** Hochverehrte Generalversammlung! Im Namen des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins begrüße ich den Verband Deutscher Elektrotechniker in der heutigen 25jährigen Festversammlung. Auf dem Gebiete der Sicherheitsvorschriften, der Normen und Richtlinien war die Tätigkeit des Verbandes Deutscher Elektrotechniker bahnbrechend und sie war auch mustergültig für die Schaffung der ungarischen Sicherheitsvorschriften. Ich wünsche Ihnen auch weiterhin eine gedeihliche Entwicklung.

Vorsitzender: Ich erteile das Wort Herrn Geheimrat Dr.-Ing. Taaks für die uns nahestehenden nichtelektrotechnischen Vereine.

Herr **Taaks:** Meine hochverehrten Herren! Ich habe den ehrenvollen Auftrag, Ihnen im Namen der dem Verbande nahestehenden nicht elektrotechnischen Vereine die Glückwünsche zu überbringen. Es ist ja überflüssig, nachdem was wir gehört haben, daß ich nochmals eingehend hervorhebe, welche Verdienste der Verband erworben hat, aber es ist mir Bedürfnis, als Vertreter der beteiligten technischen Vereine zu sagen, daß wir im Verbande beobachtet und mit neidloser Anerkennung verfolgt haben, wie außerordentlich energisch und wie jugendfrisch von Ihnen gearbeitet ist und noch heute gearbeitet wird. Die Arbeiten, die Sie geleistet haben auf dem Gebiete der Normalisierung, auf dem Gebiete der Sicherheitsvorschriften und auf so vielen anderen Gebieten sind mustergültig und haben reiche Anregungen in die benachbarten Gebiete der Technik getragen. Wir danken Ihnen namentlich auch dafür, daß Sie es immer verstanden haben, in freundschaftlicher Weise mit den anderen Vereinen Hand in Hand zu gehen zum Wohle des Ganzen. Wir hoffen, daß es so bleiben wird, daß Ihre Leistungen fernerhin unsere Bewunderung finden werden, und daß wir an Ihnen Unterstützung finden. Der Verein Deutscher Ingenieure hat sich nicht versagen können, Ihnen ein äußeres Zeichen seines Gedenkens zu widmen, das ich Ihnen hiermit überreiche. Möge Ihnen auf lange hinaus ein weiteres Gedeihen und Blühen vergönnt sein[1]).

Vorsitzender: Ich erteile das Wort Herrn Geheimrat Strecker für die uns nahestehenden elektrotechnischen Vereine.

Herr **Strecker:** Eure Exzellenzen, meine Herren! Die deutschen elektrotechnischen Vereinigungen wünschen durch mich dem Verbande Deutscher Elektrotechniker an seinem Ehrentage ihre Glückwünsche auszusprechen. Zunächst möchte ich die Vereine nennen, die gewissermaßen als Brüder und Schwestern des Verbandes angesehen werden können:

Vereinigung der Elektrizitätswerke,
Bund der Elektrizitätsversorgungsunternehmen Deutschlands,
Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie,
Vereinigung Deutscher Elektricitätsfirmen,
Verein zur Wahrung gemeinsamer Wirtschaftsinteressen der deutschen Elektrotechnik,
Verband der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland,
Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung,
denen sich der Physikalische Verein in Frankfurt a. M. angeschlossen hat.

Ist dies die etwas weiterstehende Fachverwandtschaft, so gehören die dem Verbande angeschlossenen 22 elektrotechnischen Vereine zu der engsten Familie. Es ist nicht ganz klar, wie man das Verwandtschaftsverhältnis auffassen soll. Manche dieser Vereine haben schon vor dem Verbande bestanden und dürften als seine Väter angesehen werden, andere sind erst vom Verbande erzeugt worden und sind demnach die Söhne. Wie es in jeder guten Familie vorkommt, so ist auch unser Zusammenleben nicht ohne Streit gewesen. Wir haben uns manchmal recht kräftig bald um ideelle, bald um materielle Dinge gezankt, aber immer mit dem Bewußtsein, daß wir über unserem Streite die Einigkeit im Interesse der gemeinschaftlichen Sache nicht vergessen dürften, und wir haben stets gemeinsam weiter gearbeitet. Während der Kampf uns draußen umtobt, ist im Innern der tiefste Frieden; möge er uns recht lange erhalten bleiben. Das Bild wäre nicht vollständig, wenn ich nicht des Mannes gedächte, der als Steuermann unseres Schiffes am Ruder steht. Der Ehrentag des Verbandes ist auch der Ehrentag des allbeliebten Generalsekretärs, des Herrn Dettmar.

Ich beglückwünsche den Verband zu den Erfolgen, die er bisher erreicht hat, ich beglückwünsche ihn insbesondere zu der Kraft, mit der er heute dasteht, Macht in geistiger und materieller Hinsicht, die ihn befähigen wird,

[1]) Die überreichte Adresse des Vereins Deutscher Ingenieure hat folgenden Wortlaut:

An den Verband Deutscher Elektrotechniker.

Zur Feier Ihres 25-jährigen Bestehens bringen wir Ihnen die herzlichsten Glückwünsche dar.

Wenn die deutsche Elektrotechnik nach einem glänzenden Aufstieg heute die erste Stelle in der Welt einnimmt, so haben Sie, die ihr die Wege bereitet und geebnet haben, Ihren vollen Anteil an diesem Erfolge.

Die neuen Ziele, die unserer Industrie und Technik seit nunmehr 4 Jahren der Weltkrieg gewiesen hat, haben Sie sicheren Blickes erfaßt, und nicht zum wenigsten Ihrer rastlosen Mitarbeit verdanken wir die schnelle und so wirksame Umstellung der Elektrotechnik auf die Kriegswirtschaft.

So wird denn auch die Zukunft, wenn sie mit wiederum neuen großen Aufgaben an die deutsche Elektrotechnik herantreten wird, Sie gerüstet finden zu erfolgreicher Tätigkeit für unser Gesamtwohl.

Berlin, den 1. Juni 1918.

Verein Deutscher Ingenieure.
gez. K. Reinhardt, Vorsitzender. **gez. O Taaks, Kurator.**
gez. D. Meyer, gez. C. Matschoss, Direktoren.

Digitized by Google

diese Leistungen auch fortzusetzen und zu steigern. Die eigentliche Aufgabe des Verbandes ist ja wohl gewesen, eine Art Selbstverwaltung in der Technik einzuführen; statt zu warten, bis die Übelstände und Mängel unserer neuen Technik zum Eingreifen des Staates führen, hat der Verband von vornherein sich selbst die nötigen Fesseln auferlegt in weitgehender Selbstbeschränkung, z. T. sogar Entsagung, und hat so ein Vorbild einer richtigen Selbstverwaltung geliefert, das, wie wir hoffen dürfen, von wichtigen Stellen der Staatsregierung nach seinem Werte gewürdigt wird. Dies ist der große Erfolg der Verbandsarbeit gewesen.

M. H.! Wenn ich zum Schlusse noch im Namen des Elektrotechnischen Vereins das Wort besonders nehme, so ist das, weil der Elektrotechnische Verein zum Verbande ein besonders nahes Verhältnis hat. Es ist nicht nur das Verwandtschaftsverhältnis, das ich vorhin geschildert habe, das des Vaters zum Sohne; es ist ein weit innigeres und bedeutsameres. Der Elektrotechnische Verein hat in vielen Fällen ganze Gruppen seiner Mitglieder da, wo sie sich in genügender Zahl an einem Orte vereinigt vorfanden, abgegeben, um neue Vereine zu gründen; er ist gewissermaßen mit dem Verbande eine Art Ehe eingegangen, indem er die vom Verbande gezeugten Vereine geboren hat. Der Elektrotechnische Verein wollte es sich nicht nehmen lassen, aus Anlaß des heutigen Tages dem Verbande ein besonderes Geschenk darzubringen. Dieses Geschenk besteht in einem Bilde, das Sie hier vor sich sehen und das der Verein den Verband bittet, zum Gedächtnis an diesen Tag anzunehmen und in seinem Sitzungssaale aufzuhängen. Es ist, wie Sie sehen, eine Landschaft, aber keine gewöhnliche, sondern eine elektrotechnische Landschaft. Sie stellt das Isarwerk bei München dar; Sie sehen auf der linken Seite die Alpen, und der Sachverständige versteht sofort, daß hier ein starkes Gefälle zur Verfügung steht, das dazu einlädt, es auch genügend auszunutzen. Wir sehen im Mittelgrund das Elektrizitätswerk, man erkennt links das Wehr, den Kanal und rechts auch die Fernleitung. Der Elektrotechnische Verein hofft, daß dem Verbande dieses Bild stets ein Erinnerungszeichen an den heutigen Tag bleiben wird.

Vorsitzender: Meine Herren vom Verband Deutscher Elektrotechniker! Sie haben die liebenswürdigen und freundlichen Worte gehört, mit denen unsere Gäste uns begrüßt haben. Gestatten Sie mir, daß ich in Ihrem Namen den Gästen den herzlichen Dank dafür ausspreche. Insbesondere möchte ich dem Herrn Handelsminister den Dank des Verbandes aussprechen für die liebenswürdige Begrüßung, die er uns gewidmet hat und für die außerordentlich wertvollen Aufklärungen, die er uns über die seitens des Preußischen Staates verfolgte Elektrizitätspolitik gegeben hat.

Dem Verein Deutscher Ingenieure spreche ich gleichfalls unseren ganz besonderen Dank aus für das schöne Geschenk, das er uns in der Adresse überreicht hat und ebenso dem Elektrotechnischen Verein für das reizvolle Bild, dem wir einen besonderen Ehrenplatz in den Räumen unseres Verbandes einräumen werden.

Ich habe Ihnen ferner mitzuteilen, daß ein Begrüßungstelegramm des Herrn Staatssekretärs des Reichswirtschaftsamtes Freiherrn von Stein eingegangen ist, das ich mir zu verlesen erlauben möchte:

„Dem Verband Deutscher Elektrotechniker spreche ich zu seinem 25jährigen Bestehen meine Glückwünsche aus. Ich hoffe im Hinblick auf die dankenswerte Kriegsarbeit des Verbandes, daß auch in Zukunft gemeinschaftliche Arbeit es ermöglichen wird, die elektrotechnische Industrie nach Kräften zu fördern und sie in Stand zu setzen, ihre hervorragende Stellung auf dem Weltmarkt trotz der erschwerten Verhältnisse wieder zu erobern und zu behaupten.

Der Staatssekretär d. Reichswirtschaftsamtes.
gez. Freiherr von Stein."

M. H.! Ebenso wie auf der vorigen Kriegstagung unseres Verbandes stellt Vorstand und Ausschuß den Antrag, Seiner Majestät dem Kaiser und König ein Huldigungstelegramm folgenden Wortlautes zu senden:

„An Seine Majestät den Kaiser und König!

Eure Kaiserliche Majestät bitten die zur Feier des 25jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in der Reichshauptstadt versammelten Elektrotechniker Deutschlands ihre ehrfurchtsvolle Huldigung allergnädigst entgegennehmen zu wollen.

Die deutsche Elektrotechnik, welche im Verein mit allen Industrien die Wehrkraft des Deutschen Reiches während des Krieges stärkt, wird auch künftig in Krieg und Frieden ihre ganze Kraft dem Ruhme und dem Wohle des geliebten Vaterlandes widmen.

Für den Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Prof. Dr. Klingenberg." [1])

Ich stelle den Antrag zur Besprechung. Das Wort wird nicht verlangt, wir kommen zur Abstimmung. Wer für den Antrag ist, bitte ich, die Hand zu erheben. Das ist einstimmig.

M. H.! Ich habe Ihnen ferner Mitteilung zu machen, daß die deutsche elektrotechnische Industrie beschlossen hat, dem Verbande eine Jubiläumsstiftung zu widmen. Der Betrag steht noch nicht ganz fest. Er wird aber annähernd 400 000 M. betragen, so daß der Verband zusammen mit seinem inzwischen auf 400 000 M angewachsenen Vermögen über ein Gesamtvermögen von etwa 800 000 M verfügen wird. Damit ist dann die finanzielle Not des Verbandes als endgültig beseitigt anzusehen. Die Mittel sollen unter anderem dazu benutzt werden, die „Elektrotechnische Zeitschrift", auf deren Ausgestaltung wir besonderen Wert legen, noch weiter zu verbessern. Ich habe Ihnen ferner einen weiteren Antrag seitens des Vorstandes und des Ausschusses zu unterbreiten. Herr Geheimrat Dr. W. von Siemens gehört unserem Verbande seit seinem Bestehen an und hat sich um die tatkräftige Förderung des Verbandes große Verdienste erworben. Er ist Vorsitzender des Verbandes gewesen. In Anerkennung seiner großen Verdienste um den Verband schlagen Vorstand und Ausschuß einstimmig vor, Herrn Geheimrat Dr. W. von Siemens zum Ehrenmitglied zu ernennen. Wird das Wort zu dem Antrage verlangt? Das ist nicht der Fall. Wir kommen zur Abstimmung. Der Antrag ist einstimmig angenommen. Dann darf ich Herrn Geheimrat Dr. W. von Siemens als unser Ehrenmitglied herzlich begrüßen.

M. H.! Der Verband schuldet noch einer anderen Person aus diesem Kreise seinen herzlichsten Dank für die aufopferungsvolle Tätigkeit, die er im Frieden und im Kriege ihm gewidmet hat. Herr Generalsekretär Dettmar hat schon im Frieden durch treue Mitarbeit an allen Aufgaben des Verbandes, insbesondere an den Vorschriften, Normalien und wissenschaftlichen Aufgaben gezeigt, daß wir keinen besseren Mitarbeiter als gerade ihn gewinnen konnten. Der Vorstand hat in Anerkennung dessen, daß wir ihm noch besonderen Dank für die Kriegsarbeit des Verbandes schulden, die ihn oft bis zur Grenze der menschlichen Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen hat, beschlossen, ihm ein bleibendes Andenken in Gestalt eines Ehrengeschenkes zur Erinnerung an die 25-Jahr-Feier zu überreichen. Es ist eine Kommission eingesetzt worden, die die Auswahl dieses Ehrengeschenkes vornehmen soll.

M. H.! Ich erteile das Wort Herrn Prof. Petersen aus Darmstadt zu seinem Vortrag über:

„Die Hochspannungsstraßen der Elektrizität".

Der Vortrag wird in einem späteren Heft der „ETZ." abgedruckt werden.

Vorsitzender: Ich bitte Herrn Prof. Petersen, den Dank der Versammlung für seinen interesanten Vortrag und die sehr gelungenen Ausführungen dazu entgegennehmen zu wollen.

Dann habe ich noch eine Mitteilung: Dank dem Entgegenkommen des Reichsschatzamtes ist es einer beschränkten Teilnehmerzahl gestattet worden, am Montag einen Ausflug nach dem Kraftwerk der Elektrowerke zu machen. Die Teilnehmerzahl ist auf 50 beschränkt worden. Es werden nicht viele Herren teilnehmen können, weil sich wahrscheinlich die meisten für Montag schon anders eingerichtet haben. Ich bitte die Herren, die an dieser Exkursion teilnehmen wollen, sich nach Schluß in eine Liste einzutragen. Ich bitte die Berliner Herren, zugunsten der auswärtigen sich zurückstellen zu wollen, weil die Berliner Herren leicht Gelegenheit haben, die Elektrowerke von hier aus zu besuchen. Es ist geplant, daß der Elektrotechnische Verein über kurz oder lang eine Exkursion dorthin unternimmt. Bei den Elektrowerken ist für ein einfaches Frühstück Vorsorge getroffen.

Dann schließe ich die Vormittagssitzung mit bestem Dank für Ihr Erscheinen.

(Fortsetzung folgt.)

[1]) Nach Schluß der Versammlung ging folgendes Antworttelegramm ein: „Seine Majestät der Kaiser lassen für den gern entgegengenommenen Huldigungsgruß bestens danken. Mit Stolz kann die deutsche Elektrotechnik auf das in den letzten 25 Jahren Geschaffene zurückblicken. Die Kriegsjahre haben erwiesen, daß diese Industrie auch dem Heere eine starke Hilfe ist. Seine Majestät vertraut auf kraftvolle Entwicklung unter weitschauender Leitung. Im Allerhöchsten Auftrage der Geheime Kabinettsrat von Berg."

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

B. W. Feddersen †.

In Leipzig ist der Geh. Hofrat Dr. Berend Wilhelm Feddersen im Alter von 87 Jahren gestorben. Feddersen wurde in der Stadt Schleswig geboren, besuchte das Gymnasium zu Gotha und bestand die Abgangsprüfung mit Auszeichnung, studierte darauf in Göttingen, Berlin und Kiel und promovierte in Kiel auf eine bei Magnus begonnene Untersuchung der elektrischen Flaschenentladung. Seit 1858 lebte er in Leipzig als Privatgelehrter und als Förderer humanitärer Bestrebungen, hat immer Fühlung mit den dortigen Universitätskreisen behalten und war Mitglied der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

Die in die Jahre 1857 bis 1866 fallenden elektrischen Arbeiten Feddersens sind die Grundlage für alle späteren Untersuchungen von elektrischen Oszillationen und Wellen geworden. Die Berechtigung dafür, daß wir heute tagtäglich Schwingungsdauern nach der Thomsonschen Formel $T = 2\pi\sqrt{C.L}$ berechnen, stützt sich experimentell auf Feddersensche Funkenphotographien mit rotierendem Spiegel, der als Uhr für Miliontelsekunden den Anschluß an die sonstige Zeitmessung vermittelt. Die von den Hertzschen Versuchen ausgegangene Funkentelegraphie ist heute in der Praxis nach F. Brauns Vorgang wieder zu den längeren Wellen zurückgekehrt, auf welche sich Feddersens Abhandlungen beziehen. Aber auch abgesehen von ihren erfolgreichen Ergebnissen stellen seine Untersuchungen über den Funken und die elektrischen Entladungsvorgänge ein so vorbildliches Muster des Hand in Hand Gehens theoretischer Überlegungen und experimenteller Meisterschaft dar, daß sie 1908 in „Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften" (als Nr. 166) aufgenommen wurden.

Hochverdienstvoll ist ferner, daß Feddersen die Fortsetzung des Poggendorffschen biographisch-literarischen Wörterbuches begründet und in dem 1897/98 erschienenen dritten Bande wesentliche Verbesserungen eingeführt hat. Im letzten Jahre seines Lebens hat er durch eine gemeinsam mit seiner Frau gemachten Stiftung von 100 000 M die Fortsetzung des inzwischen vom Kartell der deutschen Akademien in die Hand genommenen Poggendorff-Unternehmens für unbegrenzt lange Zeit zu sichern gesucht.

Auszeichnungen. Die Technische Hochschule zu Karlsruhe hat dem Direktor Otto Schaller der Julius Pintsch A. G. in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Verbesserung der Glühlampe, insbesondere durch die Entdeckung und technisch verwertbare Herstellung endloser, fadenförmiger Kristalle die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber verliehen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Handbuch der elektrischen Hochspannungstechnik. Mit besonderer Berücksichtigung der Energieübertragung. Lehrbuch für Ingenieure und Studierende. Von Prof. Hermann Zipp. Zweite Auflage. Mit 566 Abb. und 3 Tafeln. VIII und 589 S. in 8°. Verlag von Oskar Leiner. Leipzig 1917. Preis geb. 22 M.

Den Fortschritten der Hochspannungstechnik entsprechend, ist die Neuauflage des Handbuches von Zipp wesentlich erweitert und vertieft worden. Insbesondere stellt das erste Kapitel, die Hochspannungsisolierung, gegenüber dem gleichen Kapitel der ersten Auflage einen großen Fortschritt dar. Über die Oberflächenentladungen teilt Zipp hübsche, lehrreiche Versuche mit. Die Theorie der Funkenbildung durch Stoßionisierung, die so manches Dunkel aufgehellt hat, wird in einem für die Bedürfnisse des Hochspannungstechnikers zugeschnittenen Umfang klar dargelegt. In den Betrachtungen über die Wahl der Isolatorengröße ist nicht mit der genügenden Schärfe darauf hingewiesen worden, daß die Prüffeldversuche hierfür höchstens die ersten Anhaltspunkte geben können. Die Praxis ist im Laufe der letzten Jahre zum Einbau immer größerer Ausführungen gezwungen worden. Andere Einflüsse, wie z. B. Vogelstörungen, sprechen ein entscheidendes Wort mit.

Im Einklang mit der Literatur der letzten Jahre ist in den beiden folgenden Kapiteln

Digitized by Google

Überspannungen und Überspannungsschutz, den Wanderwellen und ihrer Bekämpfung ein breiter Raum gewidmet worden. Allerdings gibt unsere Literatur wegen der aus bestimmten Gründen notwendig gewesenen Bevorzugung der Wanderwellenerscheinungen ein etwas verzerrtes Bild der Überspannungsfrage. Unter den Ausführungsbeispielen von Überspannungs-Schutzanordnungen könnten die nicht mehr zeitgemäßen von Rollen- und Walzenableitern, von Stufendrosselspulen mit Hörnerableitern wegfallen.

In dem hierauf folgenden Kapitel Überströme und Überstromschutz vermißt man ein näheres Eingehen auf die für große Kraftwerke so wichtigen Überstromschutz-Drosselspulen und deren Schaltungen. Die Angaben über die Höhe der plötzlichen Kurzschlußströme und über die Bedeutung der Ankerrückwirkung sind nicht ganz zutreffend. Auch die Behauptung, daß die Wärmewirkungen der plötzlichen Kurzschlußströme neben ihren Kraftwirkungen weniger in Betracht kommen, trifft wohl für die Maschinenwicklungen, nicht aber für die übrigen Teile des Kurzschlußkreises zu. Denn gerade die Wärmewirkungen der plötzlichen Kurzschlußströme ziehen die störendsten Folgen nach sich und erfordern sorgfältig durchdachte Vorsichtsmaßregeln. Leider konnte die für den Betrieb der Überlandanlagen so wichtige Erdschlußstromfrage nicht mehr ausführlich genug erörtert werden.

Das nächste Kapitel beschäftigt sich in seiner ersten Hälfte mit den Hochspannungsleitungen. In der zweiten Hälfte werden sehr eingehend die selbsttätigen Spannungsregelungen und die Spannungsregelung durch Stufentransformatoren, Induktionsregler, Synchronmotoren besprochen. Eine dringende Warnung vor den ausführlich behandelten Stufentransformatoren wäre am Platze. Im sechsten Kapitel über Schaltanlagen und deren Bestandteile wären besser an Stelle der z. T. recht unübersichtlichen Schaltpläne mit englischer Beschriftung die einfachen, übersichtlichen Pläne der deutschen Praxis gesetzt worden. Auch Abb. 546 ist als Musterbeispiel höchst ungeeignet.

Im letzten Kapitel werden die Spannungsgefahren der Hochspannungskreise und der benachbarten Niederspannungs- und Schwachstromkreise gebracht. Der wichtige Zusammenhang zwischen der Ausdehnung eines Netzes, der Erdung und der Spannungsgefahren wird gebührend betont.

Den Schluß bildet eine Zusammenstellung der Leitsätze für Schutzerdungen, der Normalien für Freileitungen und der Richtlinien für Wechselstrom-Hochspannungsapparate.

Es liegt im Wesen einer kritischen Besprechung, daß Licht und Schatten ungleich verteilt werden; für die Würdigung der Lichtseiten würde der verfügbare Raum zu knapp werden. Jedenfalls wird sich die zweite Auflage zu den alten noch viele neue Freunde erwerben. W. Petersen.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Leitfaden für Kinooperateure uud Kinobesitzer. Von Dr. P. Ritter von Schrott. 3. verb. u. verm. Auflage. Mit 130 Abb. XVII u. 284 S. in 16°. Verlag von Otto Klemm. Leipzig 1918. Preis geb. 4,60 M.

Erzwungene Schwingungen bei veränderlicher Eigenfrequenz und ihre technische Bedeutung. Von G. Duffing. Mit 23 Abb. VI und 134 S. in 8°. Heft 41/42 der Sammlung Vieweg „Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik." Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Braunschweig 1918. Preis 5 M.

Physikalisches über Raum und Zeit. Von E. Cohn. 3. Aufl. Mit 11 Abb. 31 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1918. Preis 1.20 M + 40%.

Über die Verwendung von Selbstentladern im öffentlichen Verkehr der Eisenbahnen. Von Oberbaurat F. Dütting, Berlin. Nach einem Vortrag, gehalten im Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure am 19. II. 1918. Heft 3 der „Fortschritte der Technik". Herausgegeben von Dr.-Ing. L. C. Glaser. Mit 126 Abb. 36 S. in gr. Folio. Verlag von F. C. Glaser. Berlin 1918. Preis 6 M.

Sonderabdrucke.

Prof. W. Franz. Über die Vorbildung der Beamten des Auslandsdienstes. „Technik und Wirtschaft" 1918, Heft 7. (Auszug.)

HANDELSTEIL.

Außenhandel.

Der Außenhandel der Vereinigten Staaten von Amerika in den Jahren 1913 bis 1917.[1]) Die Gesamtausfuhr der Vereinigten Staaten im Jahre 1917 betrug 6231 Mill. $ (5483 in 1916 und 3555 in 1915). Davon entfielen auf einheimische Fabrikate 6167 Mill. $ (5423 in 1916 und 3493 in 1915) und auf fremde Erzeugnisse (Wiederausfuhr) 64,040 Mill. $ (60 in 1916 und 61,44 in 1915). Die Einfuhr betrug 2952 Mill. $ (2392 in 1916 und 1779 in 1915). Einzelheiten über Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse sind in Zahlentafel 1 und Abb. 1 gegeben. Die Gesamtausfuhr betrug 55,48 Mill. $ (40,24 in 1916 und 24,31 in 1915). Gegen 1913 hat sich demnach die Ausfuhr um etwa 97%, gegen 1914 um rd 175% gesteigert. Besonders bemerkenswert ist diese Steigerung bei elektrischen Batterien, sie ist gegen 1913 auf mehr als das zehnfache gestiegen, ferner für isolierte Drähte und Kabel, wo eine Steigerung auf etwa das sechsfache eintrat. Für Installationsmaterial und Beleuchtungskörper fand eine Steigerung auf mehr als das dreifache, für Metallfadenlampen beinahe auf das zehnfache, ebenso für Meßgeräte statt; Telegraphenapparate einschließlich drahtloser sind auf den vierfachen Wert angestiegen. Das Nähere ergibt sich aus der Zahlentafel. Was die Einfuhr anbelangt, so kommen bekanntlich wegen der hohen Zölle nur elektrische Lampen in Frage. Nennenswert war nur die Einfuhr von Glühlampen u. zw. von Kohlenfadenlampen in Höhe von 10 869 $ (9744 in 1916 und 10 560 in 1915), sowie von Metallfadenlampen in Höhe von 0,143 Mill. $ (0,430 in 1916 und 0,624 in 1915). Im ganzen handelt es sich um eine Einfuhr von 0,174 Mill. $ (0,446 in 1916 und 0,635 in 1915) für elektrische Lampen und Zubehör. Die Wiederausfuhr elektrischer Lampen hatte einen Wert von 19 780 (25 000 in 1916).

Zahlentafel 1. Außenhandel der Vereinigten Staaten 1913 bis 1917.

	1000 Doll.				
	1913	1914	1915	1916	1917
Batterien	359,1	635,5	1365	2025	3624
Stromerzeuger	2374	2373	1872	1868	2357
Elektromotoren	4887	3301	3278	4933	6485
Transformatoren	872,7	934,3	737,7	1051	1748
Ventilatoren	415,8	296.0	374,6	313,8	622,7
Isolierte Drähte und Kabel	1257	1321	2762	4944	7188
Installationsmaterial u. Beleuchtungskörper	408	591	883	901,7	1406
Schalter und Zubehör	?	?	?	?	1025
Kohlen	?	?	?	?	736,7
Bogenlampen	134	42,8	24	15,5	16,4
Kohlenfadenlampen	254,9	88.0	159	124,8	187,9
Metallfadenlampen	301.8	278	865	1420	2885
Meßgeräte	—	157,4	657,1	884	1213
Telegraphenapparate einschl. drahtloser	147,2	93,6	136,9	209,3	555,7
Fernsprechapparate	1659	1252	911	1814	2212
Heiz- und Kochapparate	?	?	?	?	256.5
Zündapparate	?	?	?	?	1758
Widerstände und Kontroller	?	?	?	?	93.6
Sonstiges	15 127	8599	10 317	19 740	21 108
Ausfuhr elektrischer Fabrikate insgesamt in Mill. Doll.	28,197	19,963	24,342	40.244	55,478
Gesamtausfuhr heimischer Fabrikate in Mill. Doll.	2448	2071	3493	5423	6167

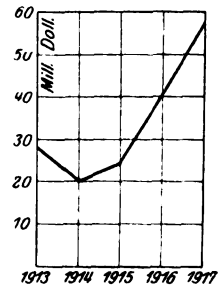


Abb. 1. Ausfuhr der Elektroindustrie der Vereinigten Staaten 1913 bis 1917.

Eine Reihe von anderen Fabrikaten sind in der vorliegenden Statistik zum ersten Mal getrennt aufgeführt worden, so daß hierfür ein Vergleich mit den Zahlen früherer Jahre hier nicht möglich ist. -z

[1]) Nach „Monthly Summary of Foreign Commerce of the United States" Dezember 1917 und „Electrical World" Bd. 71, S. 744. Vgl. auch „ETZ" 1916, S. 283.

Firmenverzeichnis.

Galvanostogie G. m. b. H., Berlin. Gegenstand: Betrieb einer Fabrik zur Herstellung galvanoplastischer Niederschläge mit dynamoelektrischen Maschinen. Stammkapital: 30 000 M. Geschäftsführer: J. Friedländer; R. Hense.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Langenberg (Kr. Wiedenbrück) — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Polnischsteine (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Gen: 100).

Verschiedene Nachrichten.

Die Pläne der englischen Elektroindustrie. Die Berichte der Anfang 1916 in England eingesetzten „Departemental Committees", welche den Auftrag hatten, die Lage der wichtigsten englischen Industrien zu untersuchen, sind jetzt von der Regierung veröffentlicht worden. Nach der „Voss. Ztg." v. 23. VII. 1918 vertritt das Electrical Trades Committee die Ansicht, daß die Einfuhr von Waren aus jetzt feindlichen Ländern, vom Friedensschluß ab gerechnet, drei Jahre hindurch verboten sein müsse und nach Ablauf von zwölf Monaten nur unter besonderer Lizenz erlaubt werden dürfe. Für den wirksamen Schutz der englischen Elektrizitätsindustrie werden Einfuhrzölle gefordert. Man müsse sich bemühen, den Verkauf eingeführter elektrischer Waren zu niedrigeren als den im Lande üblichen Preisen zu verhindern. Falls irgendein Konzern der elektrischen oder einer verwandten Industrie direkt oder indirekt von feindlichem Kapital kontrolliert wird, so soll er verhindert werden, sein Geschäft innerhalb des Reiches fortzusetzen, es sei denn, daß er eine besondere Genehmigung dazu erhält. Auch soll die Gesetzgebung dafür sorgen, daß nicht mehr als 25% des Kapitals in jedem anderen elektrischen Unternehmen feindlichen Teilhabern gehört. Alle Waren, die in fremden Ländern von Konzernen, die von feindlichem Kapital kontrolliert werden oder unter feindlicher Leitung stehen, hergestellt werden sind als feindliche Erzeugnisse zu behandeln. Der Bericht gelangt zu der Schlußfolgerung, die Regierung solle die Abhängigkeit des Staates in militärischer und industrieller Hinsicht, von der Versorgung mit elektrischer Energie, die als „Schlüsselindustrie" zu betrachten sei, anerkennen. Das gegenwärtige System elektrischer Erzeugung und Verteilung beruhe auf falscher Gesetzgebung und sei ein ernstliches Hindernis für internationalen Wettbewerb. Was nottue, sei ein neues System, und der Ausschuß berechnet, daß Kostenersparnisse und Erhöhung der Leistungsfähigkeit nicht weniger als 100 Mi. £ jährlich erbringen würden.

Warenpreise.

Metallpreise an der Londoner Börse.[1]) Im Juni 1918 schwankten die Preise für Elektrolytkupfer zwischen 125/121 und 123/119 £ für Standardkupfer betrugen sie dauernd 110 bis 110½ £, für Blei 29½ bis 28½ £, für Zink 54 bis 50 £. Der Preis für Standardzinn fiel zunächst von 330/331 auf 328/329 £ und stieg dann wieder bis auf 336/337 £.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 60, 172. 204, 232, 300.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 13. Wer liefert Wellblechkästen für Transformatoren?

Abschluß des Heftes: 3. August 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 15. August 1918. Heft 33.

Parallelschaltung und Spannungsregelung von Großgleichrichtern.

Von Dr.-Ing. Béla B. Schäfer, Zürich.

Übersicht. Nachdem die konstruktiven Arbeiten des Verfassers auf dem Gebiete des Quecksilberdampf-Großgleichrichters durch Festlegung praktisch erprobter Ausführungsformen einen gewissen Abschluß gefunden haben, verfolgt die weitere Entwicklung eine möglichst befriedigende Parallelschaltung mehrerer Gleichrichter unter sich und mit anderen Stromerzeugern. Mit Hilfe von Drosselspulen, namentlich unter Anwendung von Zusatzwicklungen, läßt sich die genannte Aufgabe ohne nennenswerte Beeinträchtigung des Wirkungsgrades und des Leistungsfaktors lösen. Auch für die Zwecke der Spannungsregelung lassen sich die Stromverteilungsspulen vorteilhaft ausbilden. Unter den verschiedenen für Spannungsregelung in Betracht kommenden Schaltungen (Dreh- oder Stufentransformator) ermöglicht der Gleichrichterbetrieb auch die Anwendung von Transformatoren mit Tauchkern, Regulierdrosselspulen, sowie eine Kompoundierungsschaltung zwecks Erzielung eines beliebigen Spannungsverlaufs.

Die bei Transformatoren, Motoren oder Stromerzeugern übliche Anpassung der Abmessungen an die jeweils gewünschte Leistung, Periodenzahl und Spannung ist beim Quecksilberdampf-Gleichrichter nur in sehr geringem Umfang erforderlich. Während z. B. eine normale Transformatorenreihe aus 20 bis 30 verschiedenen Modellen besteht, kann man sich, um den gleichen Leistungsbereich mit Gleichrichtern zu erzielen, mit zwei, ja sogar auch nur mit einem einzigen Modell begnügen.

Zur Erklärung dieser Sondereigenschaft sei an den bereits früher beschriebenen Aufbau des Großgleichrichters erinnert[1]). Bekanntlich besteht dieser im wesentlichen aus einem zylindrischen Stahlbehälter, mit sechs durch die Decke eingeführten Anoden und einer am Boden isoliert angebrachten Kathode. Eine Abstufung je nach Leistung wäre nun etwa derart denkbar, daß mit zunehmender Stromstärke die Abmessungen der Elektroden, und mit zunehmender Spannung die Elektrodenabstände vergrößert werden. Die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß die hierbei vielleicht erzielte Materialersparnis die bedeutend verteuerte Fabrikation keineswegs aufwiegt. Dies um so weniger, als bei gleichen räumlichen Abständen der Elektroden ein sehr weiter Spannungsbereich beherrscht werden kann, beispielsweise 65 bis 650 V, und es außerdem wenig praktischen Zweck hätte, die Elektroden vielen Stromstufen anzupassen. Die Periodenzahl des primären Wechselstroms spielt bekanntlich ohnehin keine Rolle.

Aus diesen Erwägungen heraus wurden die von der Gleichrichter A. G. Glarus[2]) bisher als normal festgelegten beiden Einheitsmodelle lediglich für 250 bzw. 500 A Gleichstrom bestimmt, wobei die Betriebsspannung gleichstromseitig zwischen 110 bis zu 800 V beliebig gewählt werden darf. Die Steigerung der Stromstärke wird durch Parallelschalten mehrerer Einheiten erzielt. Auf diese Weise können die am häufigsten vorkommenden mittleren Leistungen bis 1000 kW mit einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Einheitsgleichrichtern bewältigt werden.

[1]) Vgl. „ETZ" 1911, S. 2; 1912, S. 1164.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 89 und 107.

Die Parallelschaltung mehrerer Gleichrichter bietet keine besonderen Schwierigkeiten. Nach genügender Entlüftung des Stahlbehälters und der Elektroden ist der Spannungsabfall im Lichtbogen bis zu den kleinsten Stromwerten herab praktisch konstant, u. zw. ungefähr 16 bis 18 V.

Die aus der Theorie des Lichtbogens bekannte, sogenannte negative Charakteristik ist hier nur sehr schwach ausgeprägt, d. h. der Spannungsabfall am Lichtbogen des Großgleichrichters nimmt bei abnehmender Stromstärke nur wenig zu, höchstens einige Volt. Infolgedessen darf auch der für die gute Stromverteilung immerhin noch erforderliche Vorschaltwiderstand in Gestalt einer Drosselspule klein bemessen werden.

Inzwischen sind auch eine Anzahl Schaltungen gefunden worden, die eine vorzügliche und sichere Stromverteilung liefern, ohne merkliche Beeinträchtigung des Wirkungsgrades und des Leistungsfaktors. Ferner konnte die erwähnte Drosselspule auch für die Zwecke der Spannungsregelung dienstbar gemacht werden, so daß von einem gewissen, befriedigenden Abschluß in dieser Richtung mit Recht gesprochen werden kann.

Schaltungen für den Parallelbetrieb.

Wählt man für jeden aufgestellten Gleichrichter einen besonderen Transformator, wie in Abb. 1 schematisch dargestellt, so genügt

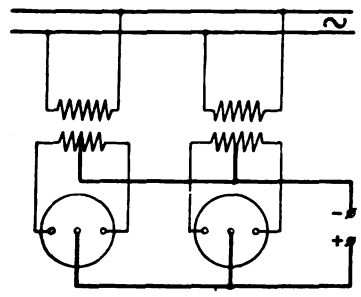


Abb. 1. Gleichrichter-Parallelschaltung mittels Einzeltransformatoren.

der Spannungsabfall der letzteren, um eine gleichmäßige Verteilung der Belastung auch ohne Drosselspulen zu erzielen. Gleichzeitig liefert diese Schaltung den geringsten Spannungsabfall zwischen Leerlauf und Vollast, sofern man von den noch zu beschreibenden Sonderschaltungen absieht, die auf einen möglichst niedrigen Spannungsverlust hinzielen. Die Aufstellung mehrerer kleinerer Transformatoren an Stelle eines großen, entsprechend der Gesamtleistung, bedingt zwar gewisse Mehrkosten, dafür bietet die Anordnung jedoch eine größere Betriebssicherheit, indem die Einzeltransformatoren sich gegenseitig als Reserve dienen, was in gleicher Weise natürlich auch für die Gleichrichterzylinder Geltung hat.

Auch die Schaltung nach Abb. 2 erlaubt einen guten Parallelbetrieb ohne Zuhilfenahme von Drosselspulen. Die erforderliche Streureaktanz wird dadurch erzielt, daß auf die gemeinsame Primärwicklung eines Transformators mehrere getrennte Sekundärwicklungen verteilt sind, die mit einer entsprechenden Anzahl parallelgeschalteter Anoden bzw. Gleichrichter in Verbindung stehen. Die Streureaktanz ist offenbar am geringsten, wenn alle Stromzweige tätig und gleich belastet sind, und die bei ungleicher Stromverteilung auftretenden Streuspannungen wirken auf eine gleichmäßige Belastung aller Anoden hin. Die

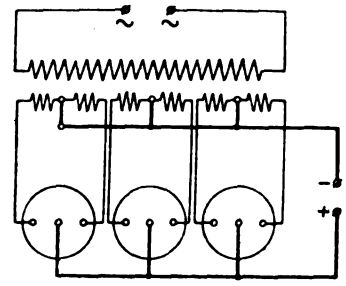


Abb. 2. Transformator mit mehreren, auf eine gemeinsame Primärwicklung verteilten Sekundärwicklungen für Gleichrichter-Parallelschaltung.

Schaltung nach Abb. 1 und 2 gestattet die Inbetriebnahme sowohl eines Gleichrichterzylinders allein als auch eines beliebigen Teiles der Gesamtgruppe[1]).

Eine in elektrischer Hinsicht denjenigen nach Abb. 1 und 2 gleichwertige Schaltung zeigt Abb. 3. Die gleichmäßige Stromverteilung wird durch Drosselspulen mit besonderen Zusatzwicklungen erzielt, die pro Phase in Reihe geschaltet und in sich kurzgeschlossen sind. Auch hier werden durch die elektrische Verkettung bei ungleicher Stromverteilung in den Drosselspulen Spannungen hervorgerufen, die auf einen Ausgleich hinwirken[2]). Versuche haben gezeigt, daß eine gleich gute Wirkung auch durch die Schaltung nach Abb. 4 erzielbar

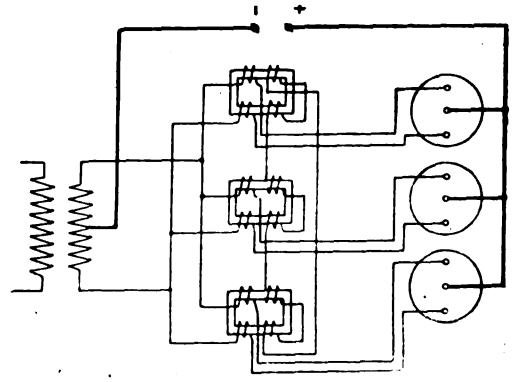


Abb. 3. Parallelschaltung nach D. R. P. Nr. 238754.

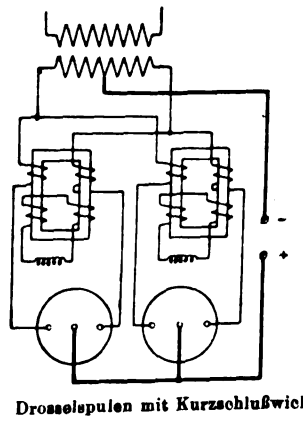


Abb. 4. Drosselspulen mit Kurzschlußwicklung.

ist, bei welcher die vorerwähnten Zusatzwicklungen nicht in Reihe geschaltet, sondern be-

[1]) D. R. P. Nr. 249107 und 301538.
[2]) D. R. P. Nr. 238754 A. E. G.

Digitized by Google

reits an jeder Drosselspule selbst kurzgeschlossen sind.

Die Schaltungen nach Abb. 1 bis 4 stimmen darin überein, daß, wenn die Anzahl der in Betrieb gesetzten Zylinder dem jeweils vorliegenden Strombedarf angepaßt wird, die Sammelschienenspannung sich nur wenig ändert. Bei gleichzeitiger Inbetriebnahme aller parallel arbeitenden Gleichrichter beträgt der Gesamtabfall zwischen Leerlauf und Vollast 6 bis 10%.

Die Schaltungen nach Abb. 1 bis 4 sind sowohl für Einphasen- wie auch für Mehrphasen-Gleichrichter geeignet. Im letzteren Falle sind die in den Abbildungen dargestellten Wicklungselemente als die Primär- und Sekundärwicklungen einer Transformatorsäule aufzufassen.

Im allgemeinen wird man jedoch für Mehrphasen-Gleichrichter, namentlich für Sechsphasen-Gleichrichter im Parallelbetrieb, nicht sechs Einphasen-Drosselspulen wählen, sondern schon aus Gründen der Billigkeit eine einzige, unter Vereinigung aller sechs Phasen auf einen

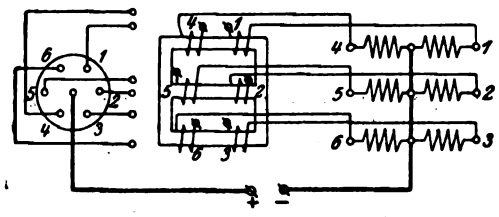


Abb. 5. Sechsphasen-Anodendrosselspule.

Eisenkern mit drei Säulen, wie in Abb. 5 dargestellt.

Von den verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten der Sechsphasen-Drosselspule ergibt die in Abb. 5 dargestellte den kleinsten Spannungsabfall. Kennzeichnend für diese Schaltung ist, daß die Eisenkerne durch je drei aufeinander folgende Phasenströme stets im gleichen Sinne magnetisiert werden, d. h. daß der Verlauf der Magnetisierung sich der Sinusform nähert. Immerhin liefern derartige Vorschaltdrosselspulen ohne Kurzschlußwicklung einen recht erheblichen Gesamtspannungsabfall, der sich je nach Größe der gewählten Drosselspannung und je nach Höhe der Verbrauchsspannung zwischen 14 bis 20% bewegt. Den bedeutenden Einfluß der für den Parallelbetrieb mehrerer Gleichrichter gewählten Schaltung zeigt Abb. 6. Zur Verfügung stand eine

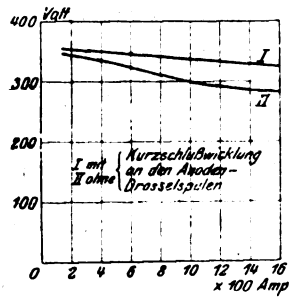


Abb. 6. Spannungsverlauf bei Verwendung der Schaltungen nach Abb. 2 und 5.

Gruppe aus drei Zylindern für insgesamt 1500 A 320 V. Die Kurve I wurde mit der Schaltung 2, Kurve II mit Schaltung 5 bei gleicher Transformatorspannung unter Verwendung von Drosselspulen erzielt, die mit Wechselstrom von 50 Per betrieben, bei einer Stromstärke gleich dem normalen Anodenstrom, 40 V aufnehmen. Ein hoher Spannungsabfall kann erwünscht sein, wenn der Gleichrichter mit Motorgeneratoren älterer Ausführung parallel zu schalten ist.

Neue Maschinen bedingen zwischen Leerlauf und Vollast allerdings wesentlich geringere Spannungsunterschiede, die, wie gezeigt, durch die Schaltungen 1 bis 4 erzielbar sind. Ersetzt man den Kurzschluß an den Zusatzwicklungen durch einen induktiven Widerstand passender Größe, so kann der vom Gleichrichter gelieferte Spannungsabfall zwischen 6 bis 20% beliebig gewählt und somit dem Parallelbetrieb mit rotierenden Gleichstromgeneratoren beliebig genau angepaßt werden.

Zu erwähnen ist noch die für Sechsphasen-Gleichrichter bestimmte Anodendrosselspule nach Schaltbild 7, die gegenüber derjenigen

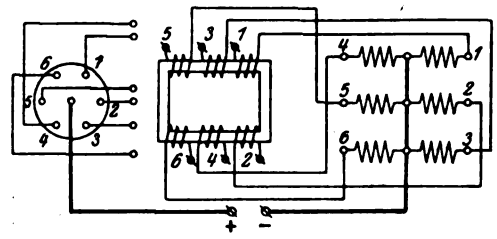


Abb. 7. Sechsphasen-Anodendrosselspule mit gleichgerichteter Magnetisierung.

nach Abb. 1 nur zwei Kerne statt deren drei besitzt. Alle sechs Phasenspulen magnetisieren den Eisenkern in gleicher Richtung, wodurch eine sehr gute Verkettung der Teilströme mit großer Überlappung zu erzielen ist. Die geringe Streuung zwischen den einzelnen Spulen genügt, um einen guten Parallelbetrieb bei einem mittleren Spannungsabfall gleichstromseitig zu erhalten.

Durch die Parallelschaltungs-Drosselspule erfährt der Wirkungsgrad eine Einbuße von weniger als 1%; dasselbe gilt auch vom Leistungsfaktor, mit Ausnahme der Schaltung nach Abb. 1, die je nach Größe der Drosselspule den $\cos\varphi$ um 3 bis 5% herabsetzt. (Normalerweise beträgt der Leistungsfaktor des Gleichrichters 0,9 bis 0,98).

Schaltungen zur Spannungsregelung.

Das starre Verhältnis zwischen den Spannungen wechsel- und gleichstromseitig bedingt, daß bei erwünschter Regelung der gleichgerichteten Spannung auch die zugeführte Wechselspannung eine entsprechende Veränderung erfährt. Die Beeinflussung der letzteren kann beispielsweise durch Änderung der primären oder sekundären Windungszahl am vorgeschalteten Transformator, Abb. 8, oder durch

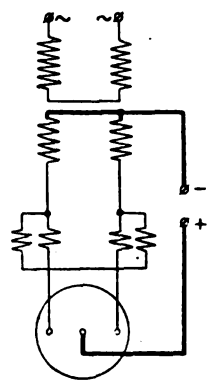


Abb. 8. Transformator mit primären Schaltwindungen für Spannungsregelung.

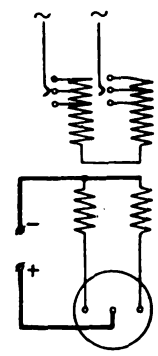


Abb. 9. Induktionsregler zwischen Transformator und Gleichrichter.

einen Zusatztransformator veränderlicher Windungszahl oder Kopplung, Abb. 9, erfolgen. Im letzteren Falle kommen Drehtransformatoren (Induktionsregler) oder Transformatoren mit Tauchkern, Abb. 10, in Betracht.

Bei Gleichrichteranlagen größerer Leistung wurden bis jetzt fast ausschließlich Induktionsregler zur Spannungsregelung angewandt. Bei richtiger Schaltung und Ausführung ist eine Beeinflussung des Reglers durch den Gleichrichterbetrieb nicht zu beobachten, u. zw. auch dann nicht, wenn derselbe niederspannungsseitig eingeschaltet in jeder Wicklung nur gleichgerichtete Stromimpulse führt.

In einigen kleineren Anlagen hat der Verfasser die Spannungsregelung durch Drosselspulen mit Tauchkern, Abb. 11, angewandt. Diese eignen sich für Sammlerladestationen von 10 bis 20 kW Leistung, wo es weniger auf die Einstellung einer bestimmten Spannung ankommt, vielmehr nur der Ladestrom passend begrenzt werden muß. In Anlagen mit mehreren parallel geschalteten Gleichrichtern ist

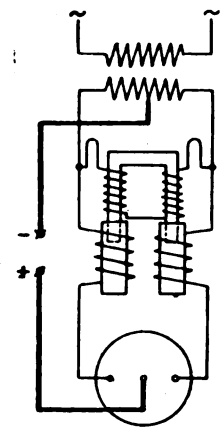


Abb. 10. Transformator mit Tauchkern für Spannungsregelung.

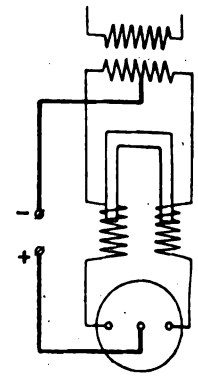


Abb. 11. Spannungsregelung mit Regulierdrosselspule.

es vorteilhafter, die vorhandenen Anodendrosselspulen mit Zusatzwicklungen zu versehen und letztere über die Wicklung der Regulierdrosselspule kurzzuschließen, Abb. 12.

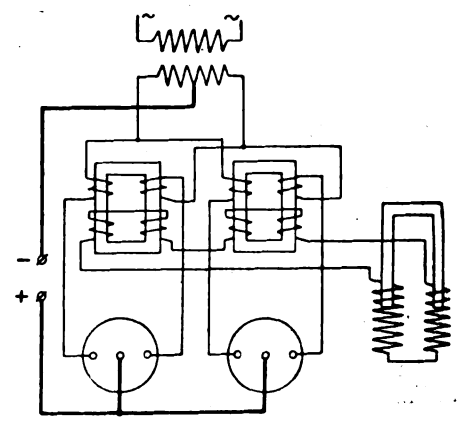


Abb. 12. Spannungsreglung mit Anodendrosselspulen und Regulierspule.

Die Verbesserung besteht in einer wesentlichen Erhöhung des Leistungsfaktors, sowie in einer Verbesserung der Regulierung. Der Verlauf der gleichgerichteten Spannung ist in Abb. 13 dargestellt. Die Schaltung nach Abb. 11 ergibt für die beiden äußersten Spannungsgrenzen gegen den Leerlauf spitz zusammenlaufende Geraden, während bei der Schaltung nach Abb. 12 die entsprechenden Kurven zum großen Teil parallel verlaufen, was eine bessere Ausnutzung der Regulierspule ermöglicht. Abb. 13 zeigt, daß auch mit der

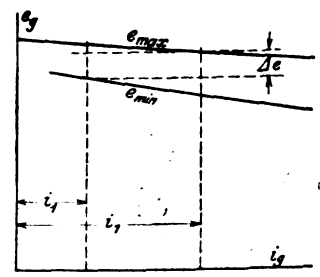


Abb. 13. Spannungsverlauf zur Schaltung nach Abb. 11.

Regulierdrosselspule innerhalb zweier Belastungen i_1 und i_2, entsprechend etwa Vollast bis Halblast im Bereich der Spannungsstufe Δe, die Einstellbarkeit jeder gewünschten Spannung gegeben ist. Die Möglichkeit einer stetigeren Regulierung, die geringen Verluste und der einfache Aufbau der Regulierdrosselspule macht diese für kleinere und mittlere Anlagen recht geeignet.

Die für die Parallelschaltung mehrerer Gleichrichter bestimmten Anodendrosselspulen lassen sich auch für die Spannungsregelung vorteilhaft einrichten. Bildet man nämlich diese wie Zusatztransformatoren aus, deren Sekundärwicklungen in üblicher Weise den

Digitized by Google

Anoden vorgeschaltet und deren Primärwicklungen in Zu- oder Gegenschaltung etwa an den Haupttransformator angeschlossen sind, Abb. 14, so können drei Spannungsstufen ge-

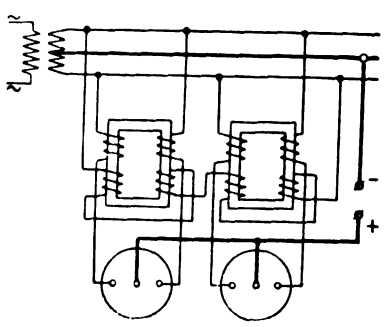


Abb. 14. Spannungsregelung mit Hilfe der Anodendrosselspule.

mäß Abb. 15 eingestellt werden. Bei der mittleren Stufe sind die erwähnten Primärwicklungen in sich kurzzuschließen. Der Haupttransformator des Gleichrichters bietet in der Regel die Möglichkeit, zwei Spannungen zu entnehmen, die im Verhältnis 1 : 2 stehen. Dies ermöglicht außer den Spannungsgrenzen $e_{max.}$ und $e_{min.}$ noch die Einstellung zweier weiterer Stufen, die in Abb. 15 durch die ge-

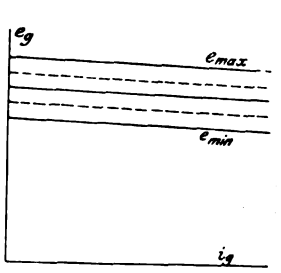


Abb. 15. Regulierkurven zur Schaltung nach Abb. 14.

strichelten Linien angedeutet sind. In zahlreichen Fällen wird diese mit einfachen Mitteln erreichte Änderung der Nutzspannung ausreichen, gegebenenfalls können durch Hinzufügen eines kleinen Reglers der zuvor erwähnten Art auch die Zwischenwerte innerhalb der fünf Hauptstufen (Abb. 15) erreicht werden. Eine Beeinträchtigung der auf Parallelbetrieb abzielenden Wirkung der Anodendrosselspulen findet durch ihre Verwendung als Zusatztransformatoren nicht statt.

In Zusammenhang mit der Frage der Spannungsregelung bemerkenswert ist auch die

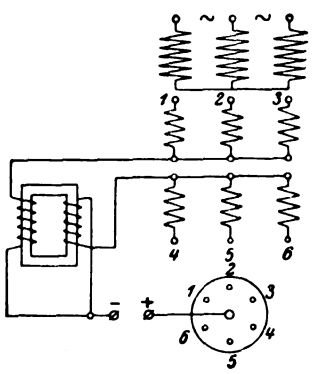


Abb. 16. Schaltung der Saugdrosselspule.

Schaltung nach Abb. 16[1]). Die beiden Niederspannungswicklungen ergeben zwei sterngeschaltete Dreiphasen-Spannungssysteme, die um 60° phasenverschoben sind. Bei Betrieb des Gleichrichters fließen durch die beiden Null-

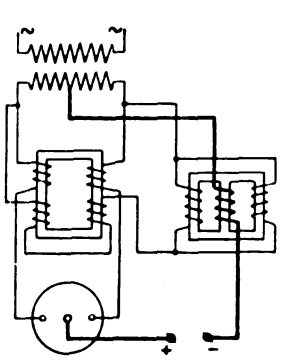


Abb. 17. Kompoundierungsschaltung für Gleichrichter.

punktsleitungen Wellenströme, deren Gleichstromkomponenten infolge Gegenschaltung eine Magnetisierung in der Saugdrosselspule nicht bewirken, dagegen summieren sich die Amperewindungen der Wechselstromkomponenten und erfahren somit eine kräftige Drosselung. Gleichzeitig nimmt die Gleichspannung zwischen Leerlauf und Vollast einen fast konstanten Verlauf, mit einem maximalen Spannungsabfall von 2 bis 3%. Die Leistung der Saugdrosselspule kann mit etwa 10% der Haupttransformatorleistung bemessen werden.

Schließlich sei noch eine Regulierschaltung beschrieben, die es gestattet, nicht nur den gesamten Spannungsabfall auf Null zu vermindern, sondern mit der Belastung eine zunehmende Gleichspannung zu erzielen, Abb. 17. Zu diesem Zweck ist die Schaltung nach Abb. 14 weiter ausgebildet worden, indem der Erregerwicklung des Zusatztransformators eine Drossel-

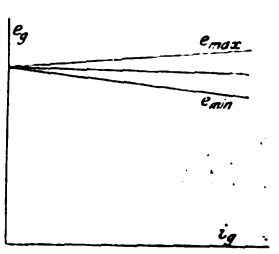


Abb. 18. Regulierkurven zur Schaltung nach Abb. 17.

spule vorgeschaltet wurde, die eine besondere gleichstromdurchflossene Hauptstromspule besitzt.

Mit zunehmender Belastung des Gleichrichters steigt die gleichgerichtete Sättigung

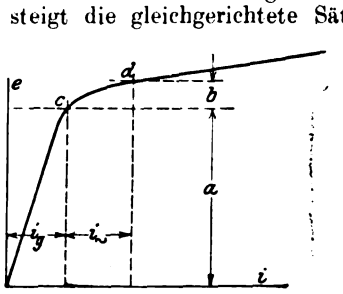


Abb. 19. Magnetisierungskurve zur Schaltung nach Abb. 17.

im Eisenkern der Drosselspule und bewirkt eine Abnahme der Drosselwirkung, was ein Ansteigen der Spannung an der Erregerwicklung des Zusatztransformators zur Folge hat. Letzteres erhöht auch die positiv oder negativ wirkende Zusatzspannung und ergibt einen Spannungsverlauf, wie in Abb. 18 dargestellt.

Zur näheren Erläuterung der Kompoundierungsdrosselspule sei noch auf Abb. 19 ver-

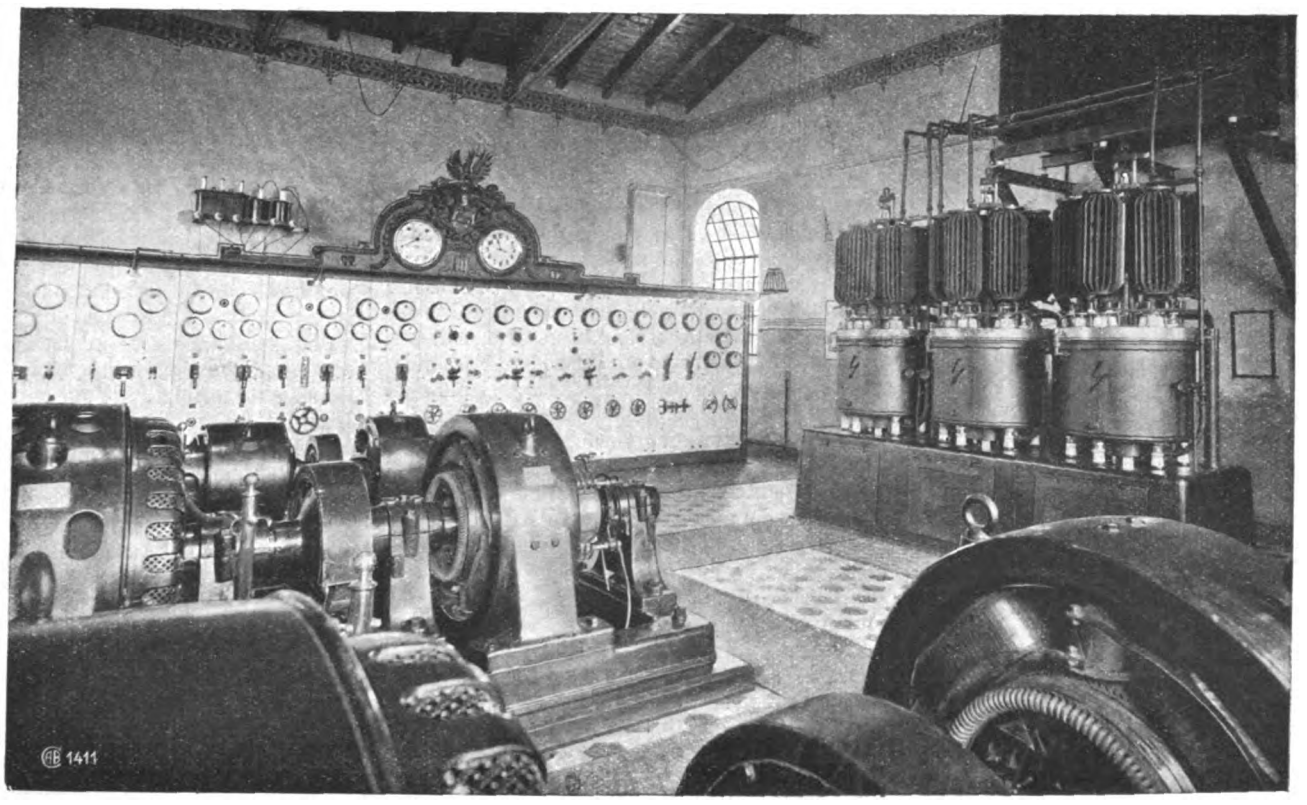


Abb. 20. Gleichrichtergruppe im Städtischen Elektrizitätswerk Hirschberg i. Schles.

[1]) Von Herrn J. Kübler der A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz), angegeben.

Digitized by Google

wiesen, die die Abhängigkeit der Drosselspannung e von den Gesamtamperewindungen darstellt. Ist die Hauptstromspule stromlos, so erzeugt bereits ein verhältnismäßig geringer Wechselstrom $i_\sim$ in den beiden Wechselstromwicklungen einen erheblichen Spannungsabfall, proportional etwa der Strecke a. Wird dagegen der Gleichrichter belastet und somit im Eisenkern der Drosselspule bereits eine konstante Grundsättigung, etwa dem Punkte c entsprechend, hergestellt, so können die in den Wechselstromwicklungen fließenden Ströme bei gleicher Stärke wie zuvor nur noch eine viel geringere Feldänderung hervorrufen, vielleicht von der Größe b. Die Abnahme der Drosselspannung entspricht dann dem Verhältnis $a : b$, unter gleichzeitigem Anstieg der Spannung am Zusatztransformator.

Es ist lediglich eine Frage der Größenbemessung, um beispielsweise bei Vollast eine gegenüber Leerlauf um 10 bis 15% erhöhte Sammelschienenspannung zu erhalten und dadurch etwa den Abfall einer längeren Speiseleitung auszugleichen. Die Kompoundierungsschaltung nach Abb. 17 kann auch einen auf konstante Spannung regulierenden Schnellregler ersetzen, vorausgesetzt, daß die Primärspannung konstant ist oder nur wenig und selten sich ändert. In gewissen Fällen, wie z. B. im Straßenbahnbetrieb, folgen bedeutende Stromschwankungen derart rasch aufeinander, daß mechanische Schnellregler infolge Massenträgheit versagen. In solchen Fällen bietet die Schaltung Abb. 9 zweifellos beachtenswerte Vorteile.

Mit Bezug auf die untere Grenze der Spannungsregelung ist noch zu bemerken, daß diese bis auf Null fortgesetzt werden kann, ohne eine Unterbrechung des Gleichrichterbetriebes zu bewirken; allerdings muß hierbei die Kathode durch einen Hilfslichtbogen dauernd gespeist (erregt) werden.

Im Anschluß an die früheren Veröffentlichungen über ausgeführte Großgleichrichteranlagen sei an dieser Stelle noch auf die seit über Jahresfrist in Betrieb befindliche Umformergruppe des Städtischen Elektrizitätswerks Hirschberg (Schles.) hingewiesen (Abb. 20). Diese umfaßt zwei Zylinder zu je 540 A 465 V, mit einem Reservezylinder gleicher Leistung. Bei Vollast von 500 kW sind jeweils zwei Zylinder eingeschaltet, die allein oder gemeinsam mit einer Sammlerbatterie das städtische Licht- und Kraftnetz speisen. Die Regelung der Spannung im Bereiche von etwa 10% erfolgt mittels eines niederspannungsseitig, dem sechsphasigen Haupttransformator vorgeschalteten Induktionsreglers. Ein nachteiliger Einfluß auf die Beleuchtung oder Motoren konnte nicht festgestellt werden.

Einiges Interesse dürften auch die demnächst in Betrieb kommenden Gleichrichteranlagen für 16 000 A und 250 V bzw. 550 A und 1100 V beanspruchen, deren Beschreibung in einer späteren Veröffentlichung folgt.

Der Blitzableiter im Plan des Gebäudes.[1])

Von Prof. S. Ruppel, Frankfurt a. M.

Übersicht. **Es wird gezeigt, daß an eine allgemeine Einführung der Blitzableiter für die am meisten gefährdeten landwirtschaftlichen Gebäude erst dann gedacht werden kann, wenn die Architekten den Blitzableiter schon bei der Planaufstellung berücksichtigen und die metallenen Gebäudeteile als Blitzschutz ausbilden. Gegebenenfalls müßte durch eine baupolizeiliche Vorschrift die Anbringung dieser einfachen Anlagen an den gefährdeten, landwirtschaftlichen Zwecken dienenden Bauten gefördert werden. Durch gegenüberstellende Berechnungen wird nachgewiesen, daß von einer Wirtschaftlichkeit dieser Gebäude nur bei allereinfachster Ausführung die Rede sein könnte, und daß nur dann die Zerstörungen durch Blitzschläge belanglos werden, wenn es gelingt, Zündungen zu verhindern.**

Es wird angeregt, einen Ausschuß für Blitzableiterbau zu bilden, in dem Architekten und Elektrotechniker gemeinsam bei Bauhandwerkern und Hausbesitzern auf die allgemeine Einführung einfacher und zweckentsprechender Blitzableiteranlagen hinwirken.

Die Blitzableiterfrage hat durch den Krieg eine neue Beleuchtung erfahren. Wir haben wiederum und sehr eindringlich gelernt, welche ungeheure Bedeutung unsere Ernte und infolgedessen auch Verluste derselben für uns haben, d. h. mit anderen Worten, wie dringend vor allem anderen die Verhinderung des Blitzschadens auf dem Lande ist, auf das bisher etwa 93% des Gesamtschadens fallen. Es leuchtet wohl jetzt auch ohne weiteres ein, wie falsch die Behauptung gerade der ländlichen Gebäudebesitzer war, die eine Ausgabe für Blitzableiter für überflüssig hielten, da sie ja gegen Feuer versichert seien. Der Verlust an Ernte ist nicht durch Geldeswert auszugleichen, er ist einfach unersetzbar.

Ferner hat uns der Krieg gezeigt, wie dringend nötig es ist, daß wir uns unabhängig vom Auslande machen und nicht Stoffe verwenden, die wir nicht selbst erzeugen können. Wir müssen bei den Blitzableitern auf Kupfer verzichten, selbst wenn es gewisse Vorteile bieten würde. Zum Glück für uns ist dies aber nicht der Fall. Wir besitzen im Eisen ein vorzügliches Material, das sich schon in tausenden von Anlagen bewährt hat. Ich verweise nur auf die in Schleswig-Holstein ausgeführten Anlagen sowie auf die vielen tausende von vereinfachten Blitzableitern. Daß für das Kupfer vielfach nur alt eingewurzelte Ansichten sprachen, das beweist unter anderem eine allerdings vor dem Krieg gegen mich losgelassene Flugschrift einer großen Blitzableiterfabrik, in der es heißt:

> „Bei Blitzableiteranlagen mit 20 cm langen Kupferspitzen dagegen aber ist diese Wirksamkeit schon zu hundertenmalen erwiesen worden und zwar durch sichtbares Anschmelzen der oberen Spitze, ungefähr auf ½ cm, wodurch aber weder Schaden erwachsen ist, noch die Leitungsfähigkeit für die Folge eingestellt gewesen wäre. Ferner ist doch zur Genüge bekannt, und sogar von großen Autoritäten der Elektrizität gepredigt worden, daß sich der Strom nur auf guten Leitern fortpflanzt."

Die Leitfähigkeit der zum Blitzableiter verwendeten Metalle kommt praktisch überhaupt nicht in Betracht. Aber das genannte Flugblatt zeigt typisch den Standpunkt des Festhaltens am Althergebrachten. Gegen diesen Widerstand haben wir auch bei den Verbandsarbeiten bisher hauptsächlich kämpfen müssen. Vielleicht hat das schnelle Umstellen im Krieg bewirkt, daß jetzt auch hierfür die Anpassungsfähigkeit größer geworden ist. Es wäre jedenfalls dringend zu wünschen, daß bei den großen Aufgaben, die unserer nach dem Kriege harren, jede Kräfte- und Stoffvergeudung vermieden wird.

Um dies zu erreichen, möchte ich von neuem eine engere Zusammenarbeit mit den Architekten anregen, die vor allem dazu berufen sind, die Blitzableiterfrage großzügig und durchgreifend zu lösen. Daß dem Architekten diese Aufgabe zufallen muß, hat der Elektrotechnische Verein bereits in seinen verdienstvollen Arbeiten von Anfang an betont, und es ist kein Zufall, daß der stärkste Anstoß zur Förderung des Blitzableiterbaues hier in einer Sitzung des Elektrotechnischen Vereins von einem Architekten, dem leider viel zu früh verstorbenen württembergischen Oberbaurat Findeisen ausging. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß es besonders der jetzige Vorsitzende des Elektrotechnischen Vereins, Herr Geheimrat Strecker, war, der sich schon in den Jahren 1897, 1900, 1901 als damaliger Berichterstatter des Unterausschusses für Blitzgefahr um die Förderung dieser Bestrebungen besonders verdient gemacht hat.

Warum der Architekt in erster Linie berufen ist, diese Aufgabe zu erfüllen, möchte ich in den folgenden Ausführungen zeigen.

Wenn man eine technische Anlage schaffen will, so ist es das erste Erfordernis, daß man sich über deren Zweck vollkommen klar ist.

Bei der Herstellung von Blitzableitern ist diese Bedingung leider nicht immer erfüllt worden, und die stark voneinander abweichenden Ausführungen erklären sich im wesentlichen dadurch, daß man verschiedene Zwecke im Auge hatte.

Nun ist durch die grundlegenden Arbeiten des Elektrotechnischen Vereins Berlin sowohl über den Zweck als auch über die Art der Ausführung von Blitzableiteranlagen Klarheit geschaffen worden. Nicht der sogenannte vorbeugende Schutz, der die Entstehung von Blitzschlägen verhindern sollte, kommt für die Ausführung in Betracht, sondern der im ersten Leitsatz angegebene Zweck, „daß der Blitzableiter den Gebäuden und ihrem Inhalt Schutz gegen Schädigung oder Entzündung durch den Blitz gewähren soll". Hierdurch sind aber auch schon die Hauptgesichtspunkte für die Konstruktion festgelegt. Denn dieser Schutz ist erreicht, wenn man den Blitzableiter entsprechend der Forderung des Leitsatzes 2b ausbildet und Gebäudeleitungen schafft, „die das Gebäude, namentlich das Dach möglichst allseitig umspannen und von den Auffangvorrichtungen auf den zulässig kürzesten Wegen und unter tunlichster Vermeidung scharfer Krümmungen zur Erde führen".

Dieser Satz bildet die eigentliche Grundlage des Blitzableiterbaues, und die weiteren Leitsätze sowie die Erläuterungen geben nur noch Ausführungsmöglichkeiten sowie die Berücksichtigung besonderer Verhältnisse an. Daß sich hierbei nicht alle Konstruktionseinzelheiten eindeutig bestimmen lassen, liegt nicht an fehlenden Kenntnissen, sondern an den außerordentlich zahlreichen Ausführungsmöglichkeiten. Solange die Gebäude und ihre Zubehörteile nicht normalisiert sind, solange lassen sich auch die Blitzableiter, die einen Bestandteil der Gebäude bilden, nicht normalisieren. Wenn nun auch eine Normalisierung, welche die Herstellung wesentlich vereinfachen und verbilligen würde, zunächst schwer erreichbar ist, so muß doch unbedingt angestrebt werden, daß der Blitzableiter zu einem mit dem Gebäude verwachsenen Bestandteil wird. Bisher ist vielfach der Entwurf und die Herstellung völlig unabhängig vom Gebäude durch besondere Sachverständige bzw. durch Blitzableitersetzer erfolgt, die meist noch unter dem Einfluß älterer Anschauungen standen. Daß sich hierbei leicht Anlagen ergaben, die den Eindruck eines an sich schönen Gebäudes ungünstig beeinflußten, hatte wohl schon jeder Gelegenheit, zu beobachten. Ich möchte Ihnen als Beispiel einige Aufnahmen zeigen, bei denen dies deutlich zu erkennen ist.[1])

Was nützt es, wenn der Architekt sich die größte Mühe gibt, ein möglichst ruhiges geschlossenes Dach zu schaffen, und wenn dann auf dem Dache eine Blitzableiteranlage steht, die so unruhig wirkt wie die gezeigten. Es würde von jedem Architekten unbedingt als ein Eingriff in seine Rechte scharf zurückgewiesen werden, wenn z. B. Dachrinnen und Abfallrohre nach Angaben des Spenglers so angebracht würden, wie es der Spengler für zweckmäßig hält, wenn Entlüftungsrohre an beliebigen Stellen des Daches herausgeführt würden, oder wenn elektrische Leitungen und ihre Schalter in den Räumen einfach nach Gutdünken des Installateurs verlegt würden. Bei

[1]) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein zu Berlin unter Zuziehung der Architekten- und Ingenieur-Vereine in der Sitzung vom 24. IV. 1917; vgl. „ETZ" 1917, S. 274.

[1]) Vorführung von Lichtbildern, z. B. „Vereinfachte Blitzableiter", Verlag Julius Springer, Abb. 14, 15, 16.

Digitized by Google

diesen Teilen wird unbedingt verlangt, daß sie nach den Anordnungen des Architekten zu gestalten sind; dagegen glaubt immer noch eine beträchtliche Anzahl von Architekten, sich beim Blitzableiterbau den Wünschen des Spezialfachmanns unterordnen zu müssen.

Zum Teil ist das wohl darauf zurückzuführen, daß früher die Blitzableitersetzer für eine Art Geheimkünstler galten, und daß die meisten Architekten vom Blitzableiter, „über den sich angeblich nicht einmal die Fachleute klar waren", zu wenig wußten.

Außerdem war man auch der Ansicht, daß der Blitzableiter einfach nach bestimmten Rezepten anzufertigen ist und mit dem Gebäude gar nichts zu tun habe, also einfach nachträglich geliefert werden könne. Daraus folgte auch die Vergebung von Blitzableitern nicht nach Einzelteilen, sondern einfach als „Blitzableiteranlage für das Gebäude so und so".

Wenn einzelne Architekten und zwar ganz besonders Baubehörden Angaben über die Ausführung der Blitzableiter den Gebäudeplänen hinzufügten, so bezogen sich diese selbst noch in den letzten Jahren meist auf die Zahl und Höhe der Stangen, Art der Spitzen, Dicke des Kupferdrahtes, während Bestimmungen über das Anpassen an das Gebäude, Zusammenwirken mit den dort vorhandenen Metallteilen u. dergl. nur sehr selten zu finden waren.

Der Spitzenblitzableiter, dessen Leitungen vorsichtig um jede Dachrinne herumgeführt waren, der noch heute in vielen Schulbüchern zu finden ist, bildet wie vieles, was die Schule uns gelehrt hat, eine nur sehr schwer ausrottbare Ansicht. Selbst Gutachten von dem Gewicht desjenigen der Akademie der Wissenschaften, unterzeichnet von Helmholtz, Kirchhoff und Siemens, und die Äußerungen von Siemens in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins am 25. X. 1881 konnten die fest eingewurzelten Ansichten nicht beseitigen. Diese Gutachten lauten:

(vom 27. V. 1880):

„Wir können deshalb die früher ausgesprochene Ansicht über die verhältnismäßig unbedeutende Wirkung der Spitzen nicht zurücknehmen, und glauben, das hier hervorheben zu müssen, damit nicht die hohen Preise der Platinspitzen oder der nach der Theorie der Schutzkreise hoch hinaus zu führenden, schwer zu befestigenden Auffangstangen der Anwendung von Blitzableitern hemmend in den Weg treten".

(vom 5. VIII. 1880):

„Daß rationell angelegte Blitzableiter wenn auch nicht ganz unbedingt, so doch in sehr hohem Maße die Blitzgefahr für die mit ihnen versehenen Baulichkeiten beseitigen, ist eine durch die Erfahrungen eines ganzen Jahrhunderts feststehende Tatsache, die kaum noch einer weiteren Begründung bedarf; daß häufig auch Gebäude, die mit Blitzableitern versehen waren, Blitzschäden erlitten haben, ändert an dieser Tatsache nichts, da in fast allen solchen Fällen die Anlagen mit Fehlern behaftet waren, die zu vermeiden waren, und da auch solche mangelhaft angelegte Blitzableiter fast immer noch die Gefährlichkeit des betreffenden Blitzschlages durch partielle Entladung vermindern. Daß die Ansichten darüber, in wie weit durch Anlage von Blitzableitern ein wirksamer Schutz der Gebäude gegen Blitzschläge erreicht werden kann, noch sehr schwankend seien, — wie ein Gutachten der technischen Deputation für das Bauwesen behauptet hat — muß entschieden in Abrede gestellt werden".

(Werner von Siemens vom 25. X. 1881):

„Die Wissenschaft ist darüber vollständig im Klaren, daß ein richtig angelegter Blitzableiter einen sehr wirksamen Schutz gegen Blitzgefahr gewährt. Die gegenteilige falsche Annahme ist der Grund, warum wir noch so wenig durch Blitzableiter geschützt werden, und noch so viel Leben und Eigentum in Gebäuden, die keine Blitzableiter haben, durch Blitzschläge zerstört wird. Es ist deshalb von allen Seiten darauf hinzuwirken, daß Blitzableiteranlagen, namentlich auf dem Lande und überhaupt bei einzeln stehenden Gebäuden in weit größerem Maße ausgeführt werden, wie bisher."

Nun glaubten aber einzelne Blitzableitersetzer, irregeführt durch die älteren Anschauungen, lieber an den teueren als an den billigeren Blitzableiter. Die Fachleute, die diesen Ansichten entgegentraten, hatten hierbei einen sehr schweren Stand.

Ich erinnere nur an die Äußerungen von Geh. Rat Neesen und Geh. Rat Weber gelegentlich des Vortrages von Baurat Findeisen in der Augustsitzung des Elektrotechnischen Vereins im Jahre 1897. Geh. Rat Neesen sagte:

„denn auch hierin stimme ich vollkommen mit Herrn Baurat Findeisen überein: die größten Feinde gegen die Blitzableiter sind diejenigen, welche einen brillanten, ausgezeichneten Blitzableiter mit teuren Spitzen, teuren Leitungen fordern."

Weber:

„Nun ist aber das unbedingte Vertrauen zum Blitzableiter merkwürdigerweise immer noch nicht vorhanden, und zwar hauptsächlich wohl aus dem Grunde, den Sie heute von allen drei Rednern gehört haben, nämlich dem, das überall noch die Meinung Platz greift, ein schlechter Blitzableiter bringe mehr Schaden als Nutzen. Diese falsche Meinung, die, wie schon vorhin in zutreffender Weise ausgeführt ist, vorzugsweise durch die allzu genauen Normen der Herren Blitzableiterfabrikanten gefördert worden ist, hat die Verbreitung des Blitzableiters besonders auf dem Lande außerordentlich gehindert."

Selbst als im Jahre 1901 der Verband Deutscher Elektrotechniker die auf Anregung von Findeisen durch den Elektrotechnischen Verein aufgestellten Leitsätze angenommen hatte, blieben die meisten behördlichen Bestimmungen, die sich auf dem Spitzenblitzableiter nach Gay-Lussac aufbauten, noch bestehen.

Dies beweist eine im Jahre 1911 von mir an 362 Städte mit mehr als 10 000 Einwohnern und Behörden gerichtete Umfrage, die in ihren 280 Antworten folgendes Bild ergab:

nur 19 Städte erwähnen die Leitsätze,
40 „ besitzen eigene Vorschriften,
26 „ benutzen fremde Vorschriften,
in 50 Städten war der Anschluß an die Wasserleitung,
in 145 „ war der Anschluß an die Gasleitung verboten.

In manchen Städten erfolgte die Anschlußerlaubnis zu solchen Bedingungen, die praktisch einem Verbot gleichkommen.

Dabei waren für verschiedene Städte noch Platin oder vergoldete Spitzen vorgeschrieben, auch fand sich noch mehrfach der folgende Satz:

„Das Verlöten der Drähte mit der Spitze ist untersagt, damit die Spitze jederzeit behufs Kontrolle oder behufs Nachdrehen nach einem Blitzschlag abgenommen werden kann".

Inzwischen sind im Jahre 1913 durch den Elektrotechnischen Verein die durch den Verband angenommenen Erläuterungen zu den Leitsätzen herausgegeben worden, die dem Wunsch der meisten Städteverwaltungen nach allgemeinen Bestimmungen über Konstruktion und Prüfung Rechnung tragen. Der preußische Minister der öffentlichen Arbeiten hat folgenden Erlaß herausgegeben:

„Um den Bau von Blitzableiteranlagen zu erleichtern, und die Einführung der Blitzableiter in höherem Maße als bisher zu ermöglichen, hat der Verband Deutscher Elektrotechniker Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz aufgestellt. Nach den Wahrnehmungen des Verbandes werden an vielen Orten die Blitzableiteranlagen durch unbegründet strenge Vorschriften und zu hohe Anforderungen der Verwaltungs- und Baubehörden erschwert und verteuert". Der Minister ersucht deshalb die betreffenden Behörden, die zum Schutz der Gebäude gegen den Blitz in ihrem Bezirk erlassenen baupolizeilichen Vorschriften mit diesen Leitsätzen in Einklang bringen zu lassen und darauf hinzuwirken, daß gleichermaßen auch in den von Gemeindevorstehern für kommunale Bauten und Anlagen, wie z. B. Gas- und Wasserleitungen zur Verhütung von Blitzgefahr getroffenen Bestimmungen unnötige Erschwerungen beseitigt werden.

Verschiedene andere Regierungen wie Baden, Braunschweig, Anhalt, Elsaß-Lothringen, Sachsen, Hessen, Fürstentum Lippe, Herzogtum Sachsen-Meiningen, Mecklenburg-Schwerin, Mecklenburg-Strelitz, Reuß jüngere und ältere Linie, Fürstentum Waldeck und Pyrmont, das Königl. Preußische Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, verschiedene Landwirtschaftskammern, einige Städte und der Zentralverband der Preußischen Dampfkessel-Überwachungsvereine waren den Verbandsleitsätzen beigetreten. Bayern hatte schon im Juli 1912 als Ergänzung der Leitsätze Richtpunkte erlassen, die im wesentlichen mit den Erläuterungen zu den Leitsätzen übereinstimmen.

Im April 1915 kam für Bayern der folgende sehr bemerkenswerte Erlaß heraus:

„Die Landes-Brandversicherungsanstalt wurde durch § 4 Abs. 2 des Finanzgesetzes vom 2. XI. 1912 ermächtigt, zur Förderung des Blitzschutzes für das Jahr 1912 einen Betrag von 50 000 M, für 1913 bis 1915 je 100 000 M zu verwenden. Es sollen daher zunächst solche Blitzschutzanlagen gefördert werden, welche auf Gebäuden mit Getreide- und Futtervorräten angebracht und noch vor Beginn der heurigen Ernte fertig gestellt werden. Ferner werden nicht mehr allgemein Zuschüsse zu den Kosten bewilligt, sondern unverzinsliche Vorschüsse gegen allmähliche Abzahlung und zwar nur für die Herstellung billiger vereinfachter Blitzableiter. Dadurch soll die schleunige Herstellung des Blitzschutzes auch solchen Gebäudebesitzern ermöglicht werden, welche gegenwärtig nicht über die erforderlichen Barmittel verfügen. Außerdem werden den minderbemittelten Gebäudebesitzern nach dem Grad der Bedürftigkeit und nach Maßgabe der vorhandenen Mittel Beihilfen in Aussicht gestellt."

In Baden wurde im Juli 1910 vom Ministerium des Innern durch den folgenden Erlaß auf die Verbreitung von Blitzableitern hingewirkt:

„Die bisherigen, im Großherzogtum in Geltung befindlichen Bestimmungen beruhten auf der Anschauung, daß ein Gebäude durch eine mangelhafte Blitzableiteranlage mehr gefährdet sei als ein Haus ohne Blitzableiter. Da diese Auffassung von maßgebenden technischen Kreisen nicht mehr geteilt wird, konnte auf die periodische Prüfung der Blitzableiter und die Ausübung eines polizeilichen Zwanges in dieser Hinsicht um so mehr verzichtet werden, als die durch die jährlichen Prüfungen erwachsenden, nicht unbeträchtlichen Kosten vielleicht manche Hauseigentümer davon abgehalten haben, Blitzableiter einzurichten, während der Wegfall erschwerender Bedingungen vielleich den erwünschten Erfolg haben könnte, die freiwillige Herstellung von Blitzableiteranlagen zu fördern.

Digitized by Google

Die Bezirksämter werden es sich angelegen sein lassen, bei sich bietender Gelegenheit hierauf hinzuweisen und die Bevölkerung über die Vorteile einer gut eingerichteten Blitzableiteranlage aufzuklären. Wir behalten uns vor, eventuell später den Bezirksämtern Leitsätze über die zweckmäßige Erstellung von Blitzableiteranlagen an die Hand zu geben."

Wenn trotzdem der erwartete Erfolg noch nicht erreicht werden konnte, so ist dies wohl darauf zurückzuführen, daß die eigentlichen Interessenten, d. h. die Gebäudebesitzer die Verhältnisse nicht beurteilen können und unter dem Einfluß derveralteten Anschauungen sich leicht falsch beraten ließen.

Wie lange es dauert, bis sich technische Neuerungen durchsetzen, ergibt sich daraus, daß der obige, sehr wertvolle badische Erlaß erst im Jahre 1910 herauskam, während die Leitsätze schon 1901 erschienen sind, und daß andere Regierungen überhaupt keine Erleichterungen ihrer Bestimmungen brachten.

Soll eine grundlegende Änderung im Blitzableiterbau eintreten, so muß der Entwurf der Blitzableiter viel mehr in die Hände des Architekten übergehen.

Das ist an sich durchaus keine neue Forderung, denn die im Leitsatz 3 gestellte Bedingung,

„daß schon beim Entwurf und bei der Ausführung neuer Gebäude auf möglichste Ausnutzung der metallenen Bauteile, Rohrleitungen u. dergl. für die Zwecke des Blitzschutzes Rücksicht genommen wird,"

besagt ja nichts anderes. Ja ich möchte noch weiter gehen und behaupten, daß schon Reimarus im Jahre 1768 bei der Einführung der ersten Blitzableiter in Deutschland den Weg für die Architekten gewiesen hat, wenn er z. B. sagt:

„Striemen von Blei oder Kupfer, welche gar nicht zu dick zu sein brauchen, oder von verzinntem Eisenblech, die etwa drei Zoll bis ½ Fuß breit sein können, sind meistenteils weit ratsamer zur Ableitung anzuwenden als Stangen. Der Strahl fährt an der größeren Oberfläche eines solchen flachen Metalles freier herab; es ist leichter aneinander zu fügen und schicklicher am Gebäude anzubringen als die Stangen. Am Dache kann es oft bequem zur Bedeckung der First- oder der Eckziegel, als Schloßrinne (Winkelrinne) angebracht werden."

„Wo sich schon eine Strecke von zusammenhängendem Metall außen am Gebäude herunter befindet und insbesondere wo mit Metall belegte Dächer, kupferne, bleierne oder blecherne Rinnen oder Röhren vorhanden sind, da lassen sich diese Stücke sehr bequem mit zur Blitzableitung verwenden."

„Daß dergleichen Strecken von Metall, bleierne Regenröhren, Streifen Blei oder Kupfer, Stangen usw. schon oftmals den Dienst einer Blitzableitung vollkommen geleistet haben, und nur an den Enden, wo der Strahl zu- oder abgesprungen, zuweilen verletzt würden, ist oben dargetan. Man könnte also, wenn sie nur oben und unten mit der übrigen Strecke der Ableitung wohl verbunden würden, dadurch soviel Raum von einer neuen Zurüstung ersparen. Gemeiniglich sind auch die Regenröhren am bequemsten zur Blitzableitung gelegen."

So verlangt Reimarus nichts anderes als das, was wir heute noch erstreben, nämlich, daß nicht besondere Leitungen erst nachträglich angebracht werden, sondern daß der Architekt unter entsprechender Benutzung und Ausgestaltung der am Gebäude vorhandenen Metallteile den Blitzableiter schafft.

Daß uns aber diese ganz einfachen Anlagen, die sich aus der Benutzung der am Gebäude vorhandenen Metallteile ergeben, besonders not tun, zeigt die folgende Überlegung:

Der gesamte Schaden wird gering, wenn es gelingt, zu verhindern, daß Blitzschläge zünden.

In den Jahren 1885 bis 1890 belief sich der Schaden in Bayern auf

9,2 Mill., d. h. 93% Verluste durch Zündungen und
0,66 „ d. h. 7% Verluste bei den 70% nichtzündenden Schlägen.

In Preußen war der Schaden in den Jahren 1885 bis 1910

zündend 128,6 Mill., d. h. 98%, und
nichtzündend 2,6 „ d. h. nur 2%.

Wenn es also nur gelingen würde, die Zündungen zu verhindern, die ja auch in der Hauptsache den Verlust an Bodenerzeugnissen herbeiführen sowie die Hauptverluste an Arbeitswerten und die größten Betriebsstörungen mit sich bringen, so wäre der noch bleibende Schaden belanglos.

(Schluß folgt.)

Die Untersuchung rasch laufender Magneträder in Theorie und Praxis.

Von Dipl.-Ing. Richard Neumann, Berlin.

(Schluß von S. 314.)

3. Die Trommel.

Der Fall der Trommel ist vergleichsweise einfach zu lösen, wenn es sich dabei um einen frei rotierenden Ring handelt, wenn man also von der Befestigung mit der Welle absehen kann. Die Volltrommel kann in gleicher Weise berechnet werden wie die Scheibe.

R. Lorenz[1]) entwickelt die allgemeine Gleichung für eine durch zwei oder mehrere Scheiben mit der Welle verbundene Trommel, indem er einen achsialen Streifen als eingespannten Balken auffaßt, der durch eigene und äußere Fliehkräfte belastet ist. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Beanspruchungen bei geeigneter Wahl der Scheibenabstände wesentlich geringer werden können als bei einem frei rotierenden Ringe. Für die Entwicklung der Gleichungen dürfte allerdings das gleiche gelten, was Lorenz von der Theorie von Love sagt, daß sie nämlich der Mehrzahl der in der Praxis stehenden Ingenieure kaum geläufig ist.

Vorläufig liegt der Fall der durch Scheiben gestützten Trommel bei Magneträdern noch vergleichsweise selten vor. Es erscheint aber nicht ausgeschlossen, daß er beispielsweise für die Polräder von Hochfrequenzmaschinen großer Leistung an Bedeutung gewinnt, und daß dann einfachere Wege zu seiner rechnerischen Untersuchung gefunden werden.

Auch in den bisher nicht genannten Lehrbüchern der Elastizitätstheorie ist das Problem des durch Fliehkräfte beanspruchten Rades in seinen verschiedenen Formen vielfach besprochen. Jedoch schließt sich die Behandlung im wesentlichen an die bereits erwähnten Verfahren an.[2])

Aus der hier gegebenen Zusammenstellung ist zu ersehen, auf wie verschiedenartige Weisen die Theorie die vorliegende Aufgabe angegriffen und zu einer Lösung geführt hat. Welches ist nun der Weg der Praxis?

Es ist selbstverständlich, daß es nicht erforderlich ist, bei jedem Entwurf von neuem auf die Grundgleichungen zurückzugehen und jedesmal die ganze mathematische Entwicklung durchzuführen. Denn es ist ja gerade der Zweck der allgemeinen Theorie, die Berechnung des Sonderfalles zu erleichtern und abzukürzen. Wohl aber muß sich der entwerfende Ingenieur entscheiden, nach welchem Verfahren im gegebenen Falle die zahlenmäßige Rechnung durchzuführen ist; er muß sich dabei vor Augen halten, auf welchen Voraussetzungen die Methoden gegründet sind, und welche Vernachlässigen in Kauf genommen sind. Er wird dabei wohl auch in die Lage kommen, die Theorie zu ergänzen und zu vertiefen. Er wird schließlich, besonders wenn es sich um die Durchrechnung einer größeren Zahl gleichartiger Teile handelt, die ihm von der Theorie gelieferten Beziehungen etwa in Form eines Vordruckes so zusammenstellen, daß er die Rechnung nicht mehr selbst durchzuführen braucht, sondern daß ihm diese Arbeit — natürlich unter entsprechender Kontrolle — von Hilfskräften abgenommen werden kann.

In manchen Fällen wird es nötig oder zweckmäßig sein, bis zu einem gewissen Maße das rechnerische durch das zeichnerische Verfahren zu ergänzen oder zu ersetzen. Dies trifft insbesondere zu für den Fall des Scheibenkörpers mit unregelmäßigem Seitenprofil. Eine exakte Rechnung ist dabei, wie erwähnt, nicht möglich, und es bleibt nur der Ausweg, den Querschnitt in eine größere Anzahl Einzelschnitte zu zerlegen, deren Beanspruchungen rechnerisch ermittelt werden können, wobei die Grenzbedingungen aneinanderstoßender Einzelschnitte jeweils gleich gesetzt werden. Zweckmäßig wird dabei die Rechnung getrennt durchgeführt für die Außenbelastung der Ringe durch die Fliehkraft der Pole und für die Belastung der Ringe durch die eigene Fliehkraft.

Die Durchrechnung muß, wenn sich bei der ersten Annahme der Querschnitte zu hohe oder zu wenig gleichmäßige Beanspruchungen oder Dehnungen ergeben, mit geänderten Annahmen nochmals durchgeführt werden.

Die Rechnung hat sich aber nicht nur auf das Rad oder die Scheibe zu erstrecken. Besondere Beachtung erfordern die Befestigung der Pole auf dem Rad durch Schrauben oder Keile, die Festigkeit der Polzacken, die Befestigung der Polschuhe und der Wicklung auf dem Polkern oder, wenn es sich um ein Polrad mit verteilter Wicklung handelt, die Befestigung der Spulen in den Nuten, die Befestigung der Spulenköpfe, gegebenenfalls auch die Festigkeit der die Nuten bildenden Keilstücke. Bei der Befestigung der Wicklung ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Isoliermittel im allgemeinen wenig starre Körper sind. Gerade um die Verlagerung der Feldspulen möglichst zu vermeiden, werden ja diese vielfach aus hochkantig gewickelten durch Papierlagen isolierten Flachkupferbändern hergestellt.

Aber auch das für die Räder und die Pole selbst verwendete Material ist ja nicht so gleichmäßig, wie die Theorie es vorauszusetzen genötigt ist. Es wurde schon erwähnt, daß man auf große rechnerische Schwierigkeiten stößt, wenn man versucht, von der Anwendung des Hookschen Gesetzes, der Proportionalität zwischen Spannungen und Dehnungen, abzusehen. Insbesondere für Gußeisen und Stahlguß gilt dies Gesetz ja nur in vergleichsweise engen Grenzen. Stahlguß war in den ersten Jahren der Entwicklung nicht in der gleichen Güte erhältlich wie dies jetzt der Fall ist. Diese Erwägungen hatten damals dazu geführt, den Schwungring von Rädern großen Durchmessers als sogenannte „Blechkette" herzustellen, die sich frei ausdehnen konnte und die deshalb als frei rotierender Ring leicht berechnet werden konnte.[1]) Man ist von dieser Konstruktion später wieder abgekommen, da die Gießereien besseren Stahlguß zu liefern verstanden. Es ist aber unerläßlich,

---

[1]) Zeitschr. d. V. d. I." 1910, S. 1397. Vgl. ferner v. Sanden, a. a. O. S. 206".

[2]) Bach: „Elastizität und Festigkeit", 6. Aufl., Berlin 1911, S. 587; „Maschinenelemente", 11. Aufl., Leipzig 1913, S. 909. Föppl, „Vorlesungen über technische Mechanik", 5. Bd., S. 92. H. Lorenz, „Technische Elastizitätslehre", München und Berlin 1913, § 58 u. 62.

[1]) Lasche, „Zeitschr. d. V. d. I." 1901, S. 1020.

Digitized by Google

das verwendete Material laufend auf Festigkeit und Dehnung zu prüfen.

Will man auf alle Fälle vor Unglücksfällen, wie sie einleitend erwähnt wurden, gesichert sein, so ist es nötig, die Verhältnisse, denen das Magnetrad im Betrieb unterworfen ist, schon bei der Fabrikprobe nachzuahmen. Bieten hierfür schon die notwendigen Vernachlässigungen und die Unmöglichkeit exakter Rechnung sowie die Ungleichmäßigkeit des verwendeten Materials einen ausreichenden Grund, so sprechen dafür mindestens mit gleicher Eindringlichkeit die Vorgänge bei der Herstellung des Rades in der Werkstätte. Wenn auch beim Entwurf durch die Formgebung der Gußteile schon mancherlei beachtet werden kann und muß, das dem Gießer die Herstellung eines Gusses erleichtert, der frei von Materialspannungen und von Blasen ist, so ist doch im Verlaufe des Form- und Gießprozesses genügend Gelegenheit für unsachgemäße Ausführung gegeben. Fehlgüsse, die sich erst bei der nachfolgenden mechanischen Bearbeitung als solche erweisen, kommen auch bei den bestgeleiteten Gießereien vor. Wo es angängig ist, vermeidet man deshalb den Guß und stellt beispielsweise besonders hoch beanspruchte Räder für Generatoren großer Leistung, die von hydraulischen Turbinen angetrieben werden, aus einzelnen, nebeneinander aufgereihten, gewalzten oder geschmiedeten Platten her. In den letzten Jahren hat diese Herstellungsart an Bedeutung gewonnen, da man gelernt hat, mit der Sauerstofflamme beliebige Profile aus Platten großer Dicke auszuschneiden. Auch bei dieser Art des Aufbaues ist es aber erforderlich, sich durch Materialproben von der Güte des verwendeten Baustoffes zu überzeugen.

Schließlich bietet auch die weitere mechanische Bearbeitung, das Zusammenpassen der Polschenkel, Polschuhe, Wicklungen, Wicklungsträger und Befestigungselemente die Gefahr, daß bei nicht in jedem Stadium einwandfreier Arbeit Fehler gemacht werden, die auch einer scharfen Werkstattkontrolle entgehen und die nur dadurch ans Tageslicht gebracht werden können, daß das fertig hergestellte Magnetrad mit der höchsten betriebsmäßig auftretenden Drehzahl geprüft wird.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß diese Prüfung nicht ohne besondere Vorsichtsmaßregeln durchgeführt werden kann. Die verheerende Wirkung von Schwungradexplosionen ist genügsam bekannt. Es ist daher zum mindesten erforderlich, die Übertourenprobe in einem „bombensicheren Unterstand" vorzunehmen, der beispielsweise aus schweren eisernen Trägern mit einem mehrfachen kräftigen Belag aus Rundhölzern bestehen kann[1]). Dabei kann die Prüfung des Induktorrades auf seiner eigenen Welle in horizontaler Lage vorgenommen werden. Dies bietet prüftechnisch zweifellos Vorteile, jedoch ist eine unbedingte Sicherheit gegen Durchschlagen der Wände bei horizontaler Lagerung des Rades nicht zu erzielen.

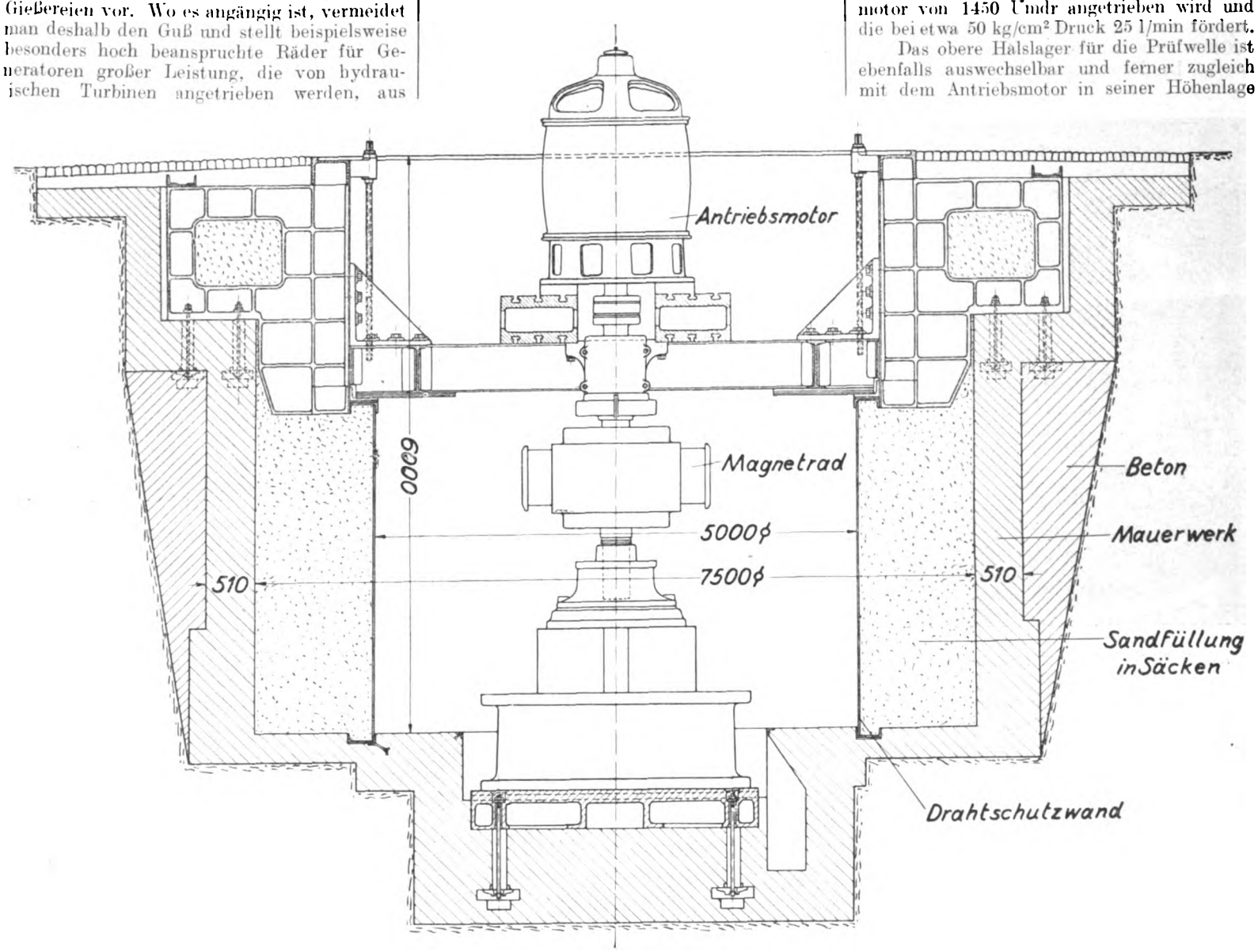


Abb. 1. Schnitt durch die Prüfgrube.

Im folgenden sei die Prüfgrube der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ausführlicher beschrieben[2]): Die Prüfung der Magneträder erfolgt in der Weise, daß der zu prüfende Körper auf eine in der Grube vertikal gelagerte Prüfwelle montiert und durch einen in weiten Grenzen regelbaren Vertikalmotor angetrieben wird. Die Mittelebene des Prüfkörpers liegt so weit unter dem Erdboden, daß bei einer Explosion nur die leicht ersetzbaren Grubenwände zerstört werden, daß aber auf keinen Fall explodierende Stücke aus der Grube herausfliegen können.

Abb. 1 zeigt einen Schnitt durch die kreisrunde Grube. Ihr lichter Durchmesser beträgt 5 m, ihre Tiefe vom Erdboden bis zum Bedienungsgang für das untere Lager gemessen 6 m. Dieses untere Lager ist als Stütz- und Führungslager ausgebildet. Das Stützlager besteht aus einer gußeisernen Spurpfanne, die mit kugeliger Auflage auf einem das Stütz- und das Führungslager gemeinsam tragenden Lagerstuhl aufruht und durch mit Spiel versehenen Stiften an der Drehung verhindert wird. Die Lauffläche der Spurpfanne ist mit Weißmetall ausgegossen. Auf ihr läuft ein Spurring aus Stahl, der durch zwei im Stirnende der Prüfwelle befestigte Mitnehmer angetrieben wird. Das Führungslager besitzt außen ebenfalls kugelige Paßflächen und ist auswechselbar, so daß Prüfwellen verschiedenen Durchmessers je nach der Größe des zu prüfenden Rades eingesetzt werden können. Die Schmierung des Lagers erfolgt durch eine Ölpumpe, die durch einen 2-pferdigen Drehstrommotor von 1450 Umdr angetrieben wird und die bei etwa 50 kg/cm² Druck 25 l/min fördert.

Das obere Halslager für die Prüfwelle ist ebenfalls auswechselbar und ferner zugleich mit dem Antriebsmotor in seiner Höhenlage einstellbar. Zu diesem Zweck ist die den Antriebsmotor und das Halslager tragende Aufspannplatte auf einer Brücke gelagert, die mittels vier Schraubenspindeln je nach Bedarf gehoben und gesenkt werden kann. Zur Führung der Brücke und zur Lagerung der Spindeln dienen vier vertikale Streben, deren weiterer Zweck noch erwähnt werden wird, und in deren T-förmigen Schlitzen die Befestigungsbolzen der Brücke nach Lösung ihrer Muttern gleiten können.

Die inneren Grubenwände sind, wie er-

[1]) Vgl. „El. Kraftbetr. u. Bahnen" 1912, S. 602, Fig. 641.
[2]) Vgl. Lewinnek, „El. Kraftbetr. u. Bahnen" 1912, S. 606, Fig. 655.

Digitized by Google

wähnt, aus möglichst leicht ersetzbaren Stoffen hergestellt. Eine Schutzwand aus leichtem Drahtgeflecht dient lediglich zur Stütze der dahinter gelagerten Sandsäcke, die in einer radialen Schicht von 1,25 m das Mauerwerk der Grube vor schwereren Beschädigungen schützen. Das Mauerwerk ist an der gefährdetsten Stelle zwei Steine stark und durch eine Betonschüttung gegen die Erde abgestützt. Auf einem etwa 1,2 m unter dem Erdboden angeordneten ringförmigen Mauerabsatz ruhen acht vertikal gestellte radiale Streben aus Stahlguß, die den oberen Abschlußring der Grube von etwa 5,5 m lichter Weite tragen, und von denen vier, wie oben erwähnt, zur Führung der Brücke dienen. Die Abb. 2 und 3, die die Prüfgrube während des Baues zeigen, lassen diese Teile deutlich erkennen und geben zugleich einen Begriff von den Größenverhältnissen der Grube.

Abb. 2. Prüfgrube während des Baues.

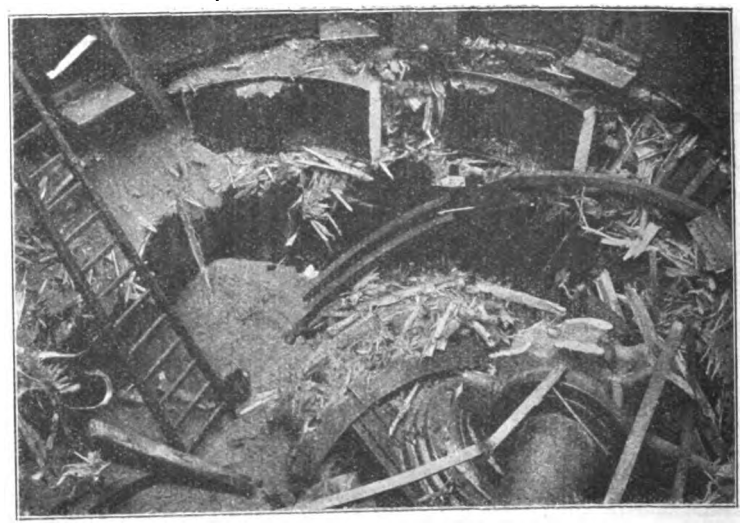


Abb. 5. Wirkung einer Explosion in der Grube.

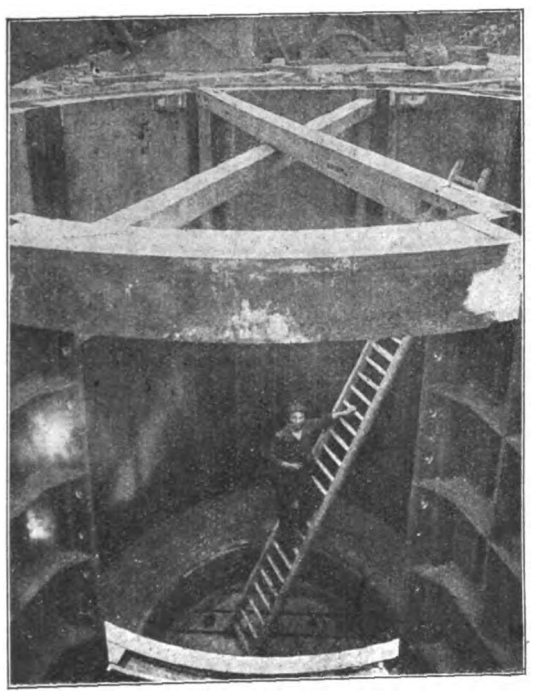


Abb. 3. Prüfgrube während des Baues.

Die Lage der Prüfgrube inmitten des Gußhofes der Fabriken Brunnenstraße ist so gewählt, daß die aus den Werkstätten kommenden Gleise unmittelbar daran vorbei führen und die zu prüfenden und zur Prüfung erforderlichen Teile durch einen der den Gußhof bestreichenden fahrbaren Bockkräne von 30 t Tragfähigkeit in die Grube befördert werden können. Die Bedienung der Grube während der Probe, die Regelung und Fernablesung der Drehzahl erfolgt von einem etwa 100 m entfernt liegenden hohen Punkt auf dem Dach eines benachbarten Gebäudes (Abb. 4). Dieser Prüfstand enthält eine Schalttafel mit den Schaltern und Sicherungen, den Reglern für das Feld des Antriebsmotors und der ihn speisenden Dynamo, den Strom- und Spannungsmessern und dem Frequenzmesser für eine kleine, vom Antriebsmotor aus betriebene Tourendynamo. Der den Antriebsmotor speisende Generator hat eine Leistung von etwa 400 kW.

Abb. 5 zeigt die Wirkung einer Explosion im Innern der Grube. Dabei wurde ein mit doppeltem Armsystem gebautes Magnetrad geprüft; das Bild läßt die Nabe mit den Armstümpfen und einen Teil des mit Polen versehenen Radkranzes erkennen. Besonders lehrreich ist Abb. 6, die einen Sprengteil eines durch doppelte Scheibe mit der Nabe verbundenen Stahlgußrades zeigt, weil dabei die Ursache der Explosion klar ersichtlich ist. Durch Verlagerung des Gußkernes war die eine Scheibe, deren Bruchfläche im Bilde auf der linken Seite erscheint, erheblich stärker ausgefallen als die andere Scheibe. Die letztere war daher auf unzulässige Weise geschwächt. Der Gußfehler war der Kontrolle sowohl in der Gießerei wie in der Bearbeitungswerkstätte entgangen. Die Kontrolle war wohl auch durch die ursprüngliche Formgebung des Rades etwas erschwert. Betriebs- und Konstruktionsbureau konnten aus dem Falle nützliche Lehren ziehen.

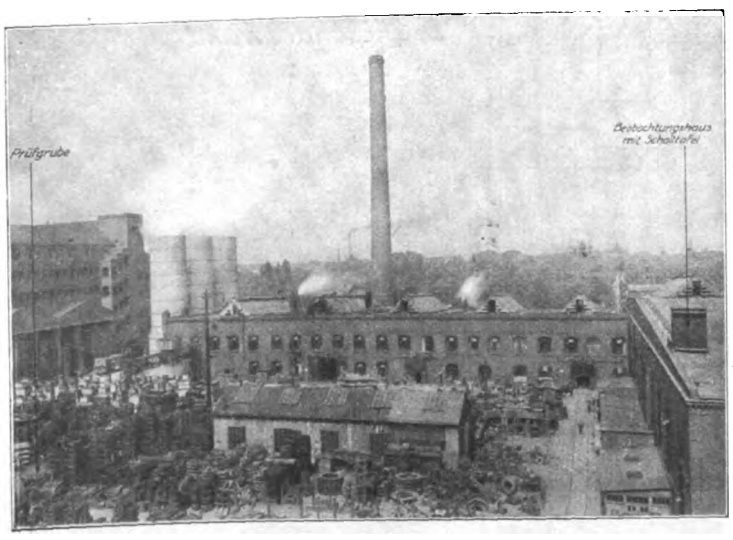


Abb. 4. Lage der Prüfgrube und des Beobachtungsstandes.

Seit Bestehen der Prüfgrube sind schon einige Hunderte von Proben vorgenommen worden. Die Explosionen hielten sich in mäßigen Grenzen, da bis jetzt Zerstörungen in weniger als 1% der vorgenommenen Prüfungen eintraten. Dabei ist natürlich von solchen Fällen abgesehen, bei denen die Explosion von Probekörpern mit Willen herbeigeführt wurde, um die allgemeinen und besonderen Berechnungsmethoden zu prüfen. Während der Prüfung wird die nähere Umgebung der Prüfgrube abgesperrt und die Grube selbst mit eisernen Platten abgedeckt. Nach erfolgten Explosionen werden die einzelnen Teile der Grube, insbesondere das Mauerwerk, einer eingehenden Revision unterzogen und die beschädigten Teile wieder instand gesetzt.

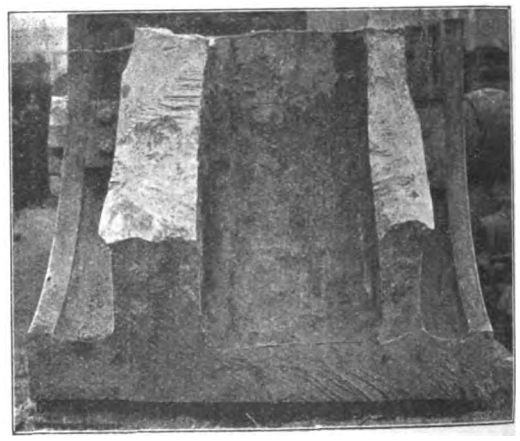


Abb. 6. Stück eines geborstenen Radkörpers.

Wie ersichtlich, sind durch diese Prüfeinrichtung alle erdenklichen Maßnahmen getroffen, um bei etwaigem Bersten der Räder den auftretenden Sachschaden auf ein Mindestmaß zu bringen und unbedingte Sicherheit der auf dem Grundstück beschäftigten Personen zu gewährleisten.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Federnde Aufhängung der Luftdrähte auf Schiffen.

[Electrician, Bd. 80, S. 826. Nach „The Telegraph and Telephone Journ."]

Das englische Patentamt hat eine Erfindung von S. Hall angenommen, welche es nach Möglichkeit verhindern soll, daß die auf Schiffen angebrachten Luftdrähte für die drahtlose Telegraphie, sobald das Schiff auf eine

Digitized by Google

Mine läuft oder torpediert wird, zerrissen werden und so die Apparate gerade in dem Augenblick, wo sie zur Herbeirufung von Hilfe am nötigsten gebraucht werden, versagen. Die Erfindung ist denkbar einfach und beansprucht nur wenig Raum, denn sie besteht aus einer oder mehreren langen Spannfedern, die zu beiden Seiten der Luftdrähte angebracht werden. Dank dieser Federn können die Luftdrähte nicht reißen, wenn selbst die Masten, an denen sie befestigt sind, infolge von Sprengungen aus ihrer Lage weichen. Die Federn machen das jetzt beim Beladen des Schiffes übliche Herunterholen der Luftdrähte entbehrlich, weil sie die dabei durch das Arbeiten der Krane hervorgerufenen Erschütterungen der Masten unschädlich machen. Der Erfinder erwartet sogar, daß die Luftdrähte durch die federnde Aufhängung bis zu einem gewissen Grade gegen die Beschädigung durch Granatfeuer geschützt sein werden. *Kz.*

Funkentelegraphie in China.

[The Electrician, Bd. 80, S. 736.]

Das chinesische Marineministerium hat mit der Firma Larsen & Co. in Kopenhagen einen Vertrag über Gewährung einer Anleihe von 10 Mill. M zur Errichtung einer Anzahl von Funkspruchstellen für die chinesische Heeres- und Flottenverwaltung abgeschlossen. Während der dreißigjährigen Laufzeit der Anleihe wird die dänische Firma, welche die Stellen einrichtet, zusammen mit den chinesischen Behörden die Aufsicht über die Apparate ausüben. *Kz.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Eidgenössische „Sammelschiene" als Hochspannungsleitung vom Bodensee bis Genfer See.

Wie bereits gemeldet[1]), besteht die unter dem Namen „Sammelschiene" gebildete Gesellschaft aus der „Nordostschweizerische Kraftwerke A. G.", d. h. den vereinigten Beznau-Löntsch-Werken und der „Bernische Kraftwerke A. G."

Die vereinigten Beznau-Löntsch-Werke verfügen über 3 große Stromquellen, die Bernischen Kraftwerke über 5 große Werke. Die Länge des zunächst zu errichtenden Teilstücks der Hauptleitung Schaffhausen—Genf, nämlich Kallnach—Beznau—Töß, beträgt mit 125 km etwa die Hälfte der ganzen Leitung. Dieses Teilstück wird durch eine besondere Aktiengesellschaft, nämlich die „Schweizerische Kraftübertragung A. G. für Vermittlung und Verwertung von Elektrizität" gebaut und betrieben werden. Das Aktienkapital dieser Gesellschaft wird vorläufig auf 3 Mill. Fr festgesetzt und von den Nordostschweizerischen (Beznau—Löntsch) und den Bernischen Kraftwerken zu gleichen Teilen übernommen. Der Sitz der Gesellschaft ist Bern.

Berg- und Hüttenwesen.

Erzeugung und Eigenschaften von Elektrolytkupfer.

[B. Welbourn. Journ. Inst. El. Eng., Bd. 54, S. 54; 17 Sp. mit 5 Abb.]

Die gesamte Erzeugung an Elektrolytkupfer beträgt in normalen Jahren etwa 1 Mill. t, wovon auf die Vereinigten Staaten über die Hälfte, auf ganz Amerika fast ¾ entfällt. Das rohe Kupfer enthält Silber und Gold, welche bei der elektrolytischen Reinigung im Anodenschlamm zurückbleiben und daraus gewonnen werden. 1907 wurden in den Vereinigten Staaten auf diese Weise 400 000 kg Silber und 7700 kg Gold erhalten.

Das Kupfererz wird gewöhnlich, um es von einem Teil seines Schwefelgehalts zu befreien, geröstet, dann in einem Kupolofen geschmolzen, wodurch die Gangart entfernt und das Kupfer angereichert wird. Die so erhaltene „Matte", welche noch Eisen und einen Teil des Schwefels enthält und gegen 45 bis 50% Kupfer hat; wird in einem Bessemerkonverter auf 97 bis 99% gebracht, auch wenn das Erz ursprünglich nur 3 bis 4% Kupfer enthielt. Zur weiteren Reinigung schmilzt man das Kupfer 24 Stunden lang in einem Flammofen, der 150 bis 200 t faßt, und gießt es dann zu Anodenplatten von gewöhnlich 90 × 90 × 4 cm und 200 kg Gewicht. Unter günstigen Umständen kostet in den Vereinigten Staaten die Umwandlung einer 50%-igen Matte in metallisches Kupfer nur etwa 5 Pf auf das Kilo.

Für die elektrolytische Reinigung bedienen sich die meisten Werke des sogenannten Vielfachsystems: die gegossene Anodenplatte und dünne Kathodenbleche aus Elektrolytkupfer von 1 mm Dicke werden in Wannen, die mit Blei ausgekleidet sind, eingehängt. Der Zwischenraum zwischen den Elektroden beträgt 4 bis 5 cm, die Spannung zwischen je zwei benachbarten Platten 0,3 V. Der Elektrolyt enthält 180 bis 240 kg Kupfersulfat und 40 bis 75 kg Schwefelsäure im cbm Wasser; seine Temperatur beträgt 55° C. Die Stromdichte ist gewöhnlich 80 A auf den qm Anodenfläche und soll nicht 130 A übersteigen, weil sonst die mechanischen Eigenschaften des Kupfers schlechter werden. Bei der genannten oberen Stromdichte muß der heiße Elektrolyt rasch umgetrieben werden.

Sobald die 4 cm dicken Anodenplatten binnen 10 Tagen bis auf 1 cm abgenommen haben, werden sie aus den Bädern gehoben und wieder eingeschmolzen. Die Abscheidung von 1 kg Elektrolytkupfer auf der Kathode erfordert in der Praxis 0,31 bis 0,33 kWh und kostet schätzungsweise 5 bis 7 Pf. Die fertigen, über 1 cm dicken Kathoden werden eingeschmolzen; in die Schmelze bläst man Luft ein, poolt und gießt schließlich in Barren, welche bis zu 450 kg wiegen. Diese Barren werden gewalzt und zu Draht ausgezogen.

Zuvor werden die Barren in Öfen auf helle Rotglut erhitzt; von der dabei entstehenden Oxydschicht befreit man sie durch Ätzen mit Säure und Waschen; das gelöste Oxyd läßt sich elektrolytisch leicht wieder in metallisches Kupfer verwandeln. Zum Ziehen der feinsten Drähte benutzt man Düsen aus Diamant. Je größer die Zahl der Ziehlöcher, durch welche man den Draht wandern läßt, um so größer wird die Zugfestigkeit des Drahtes. Weil durch das Ziehen das Kupfer hart wird, so muß man, wenn weicher Draht verlangt wird, ihn wieder ausglühen. Damit er sich hierbei nicht wieder oxydiert, benutzt man hierzu einen röhrenförmigen Ofen, der mit seinen Mundstücken unter Wasser taucht. Um die Luft völlig auszuschließen, füllt man den Heizraum mit Wasserdampf, u. zw. für dünne Drähte mit Wasserdampf von etwa 425, für dickere Drähte von etwa 600° Temperatur. Der auf einem endlosen Bande durch den Ofen geführte Draht tritt mit ungemindertem Metallglanze und so heiß aus, daß er an der Luft sofort trocken wird und nun zum Verseilen und Isolieren fertig ist.

Wenn sehr lange Drähte gefordert werden, so schweißt man dünne Drähte elektrisch aneinander und lötet dicke Drähte mit Silber. Nachdem die Verbindungsstelle durch die Ziehlöcher gegangen ist, kann man sie mit bloßem Auge nicht mehr erkennen, und ihre Zugfestigkeit ist zumeist größer als die des übrigen Drahtes.

In den weiteren Abschnitten der Abhandlung bringt der Verfasser Gefügebilder des Kathodenkupfers, des umgeschmolzenen und des ausgeglühten Kupfers und bespricht dann die mechanischen Eigenschaften des Elektrolytkupfers, sowie die Ansprüche, die von der Praxis gestellt werden. *K. A.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Statistik der elektrischen Bahnen und Drahtseilbahnen im Königreich Sachsen[1]).

Nach der von dem Kgl. Kommissariat für elektrische Bahnen in Sachsen aufgestellten Statistik betrug im Jahre 1917 die Betriebslänge im Personenverkehr 377,75 km (392,72 i. V.). Es wurden bei insgesamt 1501 Triebwagen (1508 i. V.) mit 68 579 (69 377 i. V.) Motoren-PS und 1203 Beiwagen (1207 i. V.) ohne Postbeförderung 41,981 Mill. Triebwagenkm (53,189 i. V.) und 31,564 Mill. Anhängewagenkm (31,456 i. V.) geleistet und 415,095 Mill. Personen (373,114 i. V.) befördert. Dies entspricht für den Tag 115 020 Triebwagenkm (145 326 i. V.), 1,137 Mill. Personen (1,019 i. V.) und 9,89 Personen auf 1 Triebwagenkm (7,01 i. V.). Die Zahl der Unfälle betrug 682 (502 i. V.), die der verletzten Personen 594 (457 i. V.). Beschädigungen durch elektrischen Strom haben im Berichtsjahr nicht stattgefunden (0 i. V.). Für den Güterverkehr betrug die Betriebslänge 96,56 km (29,66 i. V.). Es wurden von 18 Lokomotiven (9 i. V.) mit 1310 Motoren-PS (922 i. V.) 53 689 Zugkm geleistet (33 127 i. V.) und 0,260 Mill. t befördert (0,241 i. V.), d. s. 195,5 Zugkm (124,7 i. V.) bzw. 949 (909 i. V.) für den Betriebstag und 4,89 t auf 1 Zugkm (7,29 i. V.). *-z.*

Anwendung der Elektrizität und Strahlungen in der Medizin.

Ein neuer Diathermieapparat.

Bei den jetzt gebräuchlichen Diathermieapparaten wird das Wiensche Löschfunkensystem angewandt. Das hat den Nachteil, daß sich der reinen Hochfrequenzwirkung eine faradisierende Wirkung infolge der Impulsfolge der Wechselstromerregung der Funkenstrecke überlagert.

In der Praxis sucht man die faradische Wirkung des gedämpften Systems dadurch zu beseitigen, daß man Partialfunken sehr hoher Impulsfolge (nach Angabe der Firmen bis zu 20 000 in der Sekunde) anwendet. Ganz beseitigen läßt sich das faradische Gefühl auf diesem Wege jedoch nicht.

Das moderne System der Schwingungserzeugung durch den Röhrensender erzeugt nun gänzlich ungedämpfte Schwingungen von seither unbekannter Konstanz in Amplitude und Frequenz. Ich habe einen Diathermieapparat konstruiert, der dieses System benutzt, und der bei Verwendung von Gleichspannung als Anodenspannung naturgemäß Diathermieströme ohne jede faradische Nebenerscheinung erzeugt.

Die hierzu erforderliche hohe Gleichspannung großer Leistung bietet in der Beschaffung Schwierigkeiten. Es glückte jedoch auch bei Anwendung von Wechselspannungen das faradische Gefühl praktisch auszuschließen. Nun ist es allerdings noch nicht entschieden, ob nicht etwa gerade die faradisierende Wirkung bei bestimmter Stärke neben der reinen Hochfrequenzwirkung einen günstigen klinischen Einfluß ausübt. Es ist deshalb interessant, daß es durch eine Spezialschaltung möglich ist, beim Röhrensender, der an sich den Vorteil ungedämpfter Schwingungen bietet, eine faradisierende Wirkung von beliebig einregulierbarer Stärke einzustellen.

Es soll und kann heute noch nicht entschieden werden, ob der Röhrensender gegenüber dem alten System den Vorrang beanspruchen kann. Das muß die klinische Praxis lehren.

Der Apparat ist in einer demnächst im „Zentralblatt für Röntgenstrahlen" erscheinenden Arbeit[1]) näher beschrieben. Eine eingehende technische Behandlung des Stoffes wird folgen, sobald dies aus militärischen Gründen statthaft erscheint. H. Faßbender.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9320.

Bericht

über die

XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25jährigen Bestehens

des

Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin

am 1. Juni 1918.

(Fortsetzung von S. 319.)

Zweite Verbandsversammlung.

Vorsitzender: Ich habe die Ehre, die Nachmittagssitzung zu eröffnen. Vor Eintritt in die Tagesordnung möchte ich noch mitteilen, daß inzwischen Telegramme eingegangen sind von dem

Ministerialdirektor im Reichsschatzamt, Goldkuhle,
Prof. Dr.-Ing. Dr. E. Budde, Feldafing,
Präsident Dr.-Ing. Dr. Ulbricht, Dresden,
Wirkl. Geh. Ober-Postrat Christiani, Coblenz,
Geheimrat Prof. Dr. Kittler, Darmstadt,
Syndikus Dr. Sluzewski, Berlin,
Elektrotechnischen Verein Aachen, und von der Schriftleitung des Anzeigers für Berg-, Hütten- und Maschinenwesen, Essen.

Ich möchte noch mitteilen, daß sich bis jetzt für den Ausflug nach Golpa 37 Herren eingetragen haben. Es ist also noch etwas Platz, so daß etwa noch 12 bis 14 Herren teilnehmen können.

M. H.! Ich möchte ferner bitten, daß Sie mir gestatten, mich von etwa 4 Uhr ab vertreten zu lassen, weil ich noch Vorbereitungen für Golpa zu treffen habe.

Ich erteile nunmehr das Wort Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Gumlich über die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften usw. von Eisenlegierungen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 280.

[1]) Statistik für 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 287.

[1]) Die Veröffentlichung des Artikels in dem Zentralblatt ist durch die Oberzensurstelle des Kriegspresseamts mit Nr. 404480 Z vom 7. V. 1918 genehmigt.

Digitized by Google

Der Vortrag kann in seinem ganzen Umfange erst nach dem Kriege veröffentlicht werden[1]). Auszugsweise sei jedoch nachstehend sein Hauptinhalt angegeben:

Zur Ermittlung der Wirkungen der hauptsächlich die magnetischen Eigenschaften stark beeinflussenden thermischen Behandlung wurden die Proben systematischen Glühprozessen im luftleeren Raum und in verschiedenen Gasatmosphären bei Temperaturen zwischen 700° und 1100° unterworfen und verschieden rasch abgekühlt; auch die hiermit zusammenhängende Erscheinung des sogenannten Alterns der Dynamobleche, d. h. der Verschlechterung der magnetischen Eigenschaften durch dauernde Erwärmung auf Temperaturen, wie sie der Gebrauch von Transformatoren und Dynamomaschinen mit sich bringt, wurde untersucht.

Der in technischer Beziehung außerordentlich wichtige Einfluß des Silizium- und Aluminiumgehalts der sogenannten „legierten" Bleche konnte durch die Einwirkung dieser Zustände auf die stets vorhandenen Verunreinigungen durch Kohlenstoff erklärt werden. Dieser beeinflußt die Magnetisierbarkeit ganz verschieden stark, je nachdem er in Form von Graphit, Zementit, Martensit oder Austenit auftritt, was nicht nur bei der Herstellung von magnetisch weichem Material, wie Flußeisen, Dynamoblech usw., sondern auch bei der Herstellung permanenter Magnete aus Kohlenstofflegierungen zu beachten ist.

Die Untersuchung der Manganlegierungen lieferte theoretisch außerordentlich interessante Ergebnisse, indem diese Legierungen einerseits mancherlei Ähnlichkeiten mit den Kohlenstofflegierungen, andererseits aber auch mit den sogenannten irreversiblen Nickelstählen zeigen; ob dieselben auch praktisch verwertet werden können, muß zunächst dahingestellt bleiben.

Die Untersuchung der Legierungen mit Schwefel und Phosphor, sowie der für die Herstellung permanenter Magnete hauptsächlich in Betracht kommenden Legierungen mit Wolfram, Chrom und Molybdän ist bereits in die Wege geleitet, konnte aber infolge der Störungen durch den Krieg nicht zu Ende geführt werden.

Vorsitzender: M. H.! Ich spreche Herrn Geheimrat Gumlich den Dank des Verbandes aus für die außerordentlich interessanten Ausführungen und insbesondere für die tatkräftige, jahrelange Arbeit, die er diesem so wichtigen Thema im Einvernehmen mit dem Verbande und seiner Beihilfe gewidmet hat.

Ich möchte Ihnen vorschlagen, Punkt 3, 4 und 5 der Tagesordnung zuerst zu erledigen.

Punkt 3 betr. Einsetzung neuer Kommissionen. Vorstand und Ausschuß haben Ihnen den einstimmigen Vorschlag zu machen, eine Kommission für Ersatzstoffe neu zu bestellen. Die Kommission soll bestehen aus:

6 Vertretern des Zentralverbandes,
1 Vertreter der Schwachstromindustrie,
2 Vertretern der Elektrizitätswerke,
1 Vertreter der Installationsfirmen,
1 Vertreter der Postverwaltung,
1 Vertreter der Eisenbahnverwaltung,
1 Vertreter der Errichtungs-Kommission,
1 Vertreter der Draht- und Kabel-Kommission,
1 Vertreter der Maschinennormalien-Kommission,
1 Vertreter für die Kommissionen, welche die Apparatevorschriften bearbeiten,
2 Vertretern der Kriegs-Rohstoff-Abteilung.

Die endgültige Zusammensetzung der Kommission soll dem Vorstand überlassen bleiben. Wird das Wort zu diesem Antrag gewünscht? Das ist nicht der Fall, dann kommen wir sofort zur Abstimmung. Wer für Einsetzung ist, den bitte ich, die Hand zu erheben. Das ist einstimmig.

Des weiteren hat Vorstand und Ausschuß Ihnen einstimmig den Vorschlag zu machen, nötigenfalls eine Kommission für Meßinstrumente einzurichten, dem Antrage der Dr. Paul Meyer Akt.-Ges. entsprechend. Wir haben diesen Antrag auf der vorigen Jahresversammlung zurückgestellt, und es ist noch nicht ganz sicher, ob es nötig sein wird, eine solche Kommission einzusetzen. Das wird von den Verhandlungen abhängen, die wir mit dem Zentralverbande der deutschen elektrotechnischen Industrie noch zu führen haben werden. Sollte es aber erforderlich sein, so bitten wir Sie im Einvernehmen mit Vorstand und Ausschuß, den Vorstand zu ermächtigen, nötigenfalls die Einsetzung einer solchen Kommission vorzunehmen. Das Wort wird nicht gewünscht, wir kommen zur Abstimmung. Wer für den Antrag ist, bitte ich, die Hand zu erheben. Das ist einstimmig.

Dann wird es sich als notwendig erweisen, eine weitere Kommission einzusetzen für die Bearbeitung der Porzellanisolatoren. Es sind Bestrebungen bei den Porzellanfabrikanten im Gange, die sich auf die Normalisierung der Isolatoren erstrecken. Vorstand und Ausschuß sind einstimmig der Ansicht, daß der Verband bei diesen Arbeiten mitwirken muß, und daß auch die Erfahrungen der Praxis nicht übergangen werden können. Er schlägt Ihnen vor, für die Behandlung dieser Aufgabe eine besondere Kommission einzusetzen, deren Zusammensetzung wir dem Vorstand zu überlassen bitten. Das Wort wird nicht gewünscht, wir kommen zur Abstimmung. Wer dafür ist, den bitte ich, die Hand zu erheben. Das ist einstimmig.

Dann habe ich noch mitzuteilen, daß es sich als erforderlich erwiesen hat, mit dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie auf vielen Gebieten zusammenzuarbeiten. Der Zentralverband hatte schon den Antrag gestellt, daß er die Erlaubnis haben sollte, in unsere Fachausschüsse je 2 Vertreter seiner Fachausschüsse, die z. T. ähnliche und gleiche Aufgaben wie unsere Kommissionen haben, zu entsenden. M. H.! Wir können uns freuen, daß der Zentralverband auf diese Mitarbeit des Verbandes so großes Gewicht legt. Die technischen Arbeiten sollen uns nicht aus der Hand genommen werden, die sollen beim Verband Deutscher Elektrotechniker bleiben. Es handelt sich um Zusammenarbeit mit einer Fabrikanten-Vereinigung, die diese Fragen vom Gesichtspunkt der Herstellung behandelt. Wir haben diesen Antrag des Zentralverbandes mit der Abänderung angenommen, daß über die Zusammensetzung unserer Fachausschüsse und deren Ergänzung die Beschlußfassung des Vorstandes vorbehalten werden soll. Wird das Wort zu diesem Antrage gewünscht. Das ist nicht der Fall, wir kommen zur Abstimmung. Wer für den Antrag ist, bitte ich, die Hand zu erheben. Der Antrag ist einstimmig angenommen.

Wir kommen zu Punkt 4: Wahlen zum Vorstand und Ausschuß. Vorstand und Ausschuß schlagen Ihnen zunächst vor, die Vorstandswahlen wiederum auf ein Jahr oder auf 2 Jahre zu bestätigen, je nachdem wir in dem nächsten Jahre eine Jahresversammlung abhalten können oder nicht. Wir haben schon auf der vorigen Kriegstagung des Verbandes beschlossen, die Ämter wieder zu bestätigen, damit in der Kriegsarbeit unseres Verbandes keine Unterbrechung eintritt, und damit die Herren des Vorstandes, die mit diesen Arbeiten sich besonders befassen, ungestört in der Tätigkeit bleiben können. Auch andere Vereine sind in gleicher Weise vorgegangen. Das gleiche schlagen Vorstand und Ausschuß für den Ausschuß selbst vor. Aus dem Ausschuß ist durch Tod ausgeschieden das frühere Vorstandsmitglied Direktor Goldenberg. Vorstand und Ausschuß schlagen Ihnen vor, für diesen zunächst keine Ersatzwahl vorzunehmen. Wird das Wort gewünscht? Das ist nicht der Fall. Wir kommen dann zur Abstimmung. Wer dafür ist, den bitte ich, die Hand zu erheben. Das ist einstimmig.

Punkt 5. Ort der nächsten Jahresversammlung.

Über den Ort der nächsten Jahresversammlung und über die Frage, ob eine Jahresversammlung im nächsten Jahre abgehalten werden kann oder nicht, können wir Ihnen näheres noch nicht mitteilen. Wir bitten, die Entscheidung darüber dem Vorstand zu überlassen. Im vorigen Jahre konnten wir in Deutschland keinen Ort finden, der sich für die Abhaltung eignete. Es wird auch im nächsten Jahre wieder von den Verhandlungen abhängen, ob es vielleicht in Süddeutschland gelingt, eine Verbandsversammlung zustande zu bringen. Vorstand und Ausschuß stehen im übrigen auf dem Standpunkte, daß, wenn irgend möglich, eine Versammlung abzuhalten ist. Ich möchte fragen, ob Sie gleichfalls dieser Ansicht sind. Wird das Wort verlangt? Das ist nicht der Fall, dann bitte ich die Herren, die dafür sind, daß möglichst eine Jahresversammlung stattfinden soll, die Hand zu erheben. Das ist gegen eine Stimme angenommen. Dann bitte ich, über den weiteren Antrag, dahingehend, daß dem Vorstand die Wahl des Ortes und die Bestimmung, ob eine Jahresversammlung abgehalten werden kann, überlassen bleiben soll, abzustimmen. Wer für diesen Antrag ist, den bitte ich, die Hand zu erheben. Das ist einstimmig.

Dann bitte ich, mir zu gestatten, den Vorsitz an den stellvertretenden Vorsitzenden, Herrn Geheimrat Litzrodt, übertragen zu dürfen.

(Vorsitzender nunmehr Herr Geheimrat Litzrodt.)

Vorsitzender: Wir kommen zum letzten Gegenstand: Bericht des Generalsekretärs über die Tätigkeit der letzten beiden Arbeitsjahre, und ich erteile das Wort Herrn Dettmar.

Herr **Dettmar:** Zur Erleichterung des Überblickes will ich zunächst über den allgemeinen Teil der Arbeiten berichten und mich dann zu den Arbeiten wenden, die entweder direkt mit dem Krieg in Verbindung stehen oder aber durch ihn erheblich beeinflußt sind.

Die Mitgliederzahl ist den jetzigen Umständen entsprechend wiederum etwas zurückgegangen; sie beträgt zurzeit 5439. Sie verteilt sich auf die einzelnen Vereine wie folgt:

Eigene Mitglieder	208	(187)
Elektrotechnischer Verein	1607	(1945)
Elektrotechnischer Verein Aachen	94	(95)
Elektrotechnischer Verein Breslau	85	(88)
Dresdner Elektrotechnischer Verein	254	(335)
Elektrotechnische Gesellschaft Frankfurt a. M.	333	(348)
Elektrotechnischer Verein Hamburg	189	(189)
Elektrotechnische Gesellschaft Hannover	175	(138)
Hessische Elektrotechnische Gesellschaft	68	(46)
Elektrotechnische Gesellschaft Köln a. Rh.	167	(156)
Elektrotechnische Vereinigung zu Leipzig	264	(290)
Elektrotechnische Gesellschaft Magdeburg	173	(170)
Elektrotechnischer Verein Mannheim-Ludwigshafen	200	(191)
Elektrotechnischer Verein München	176	(169)
Elektrotechnischer Verein am Niederrhein	75	(129)
Elektrotechnische Gesellschaft Nürnberg	93	(107)
Oberrheinischer Elektrotechnischer Verein Karlsruhe	106	(158)
Oberschlesischer Elektrotechnischer Verein	195	(207)
Elektrotechnischer Verein des Rheinisch-Westf. Industriebezirks	396	(394)
Elektrotechnischer Verein an der Saar	48	(61)
Schleswig-Holsteinischer Elektrotechnischer Verein Kiel	100	(57)
Thüringer Elektrotechnischer Verein	97	(86)
Württembergischer Elektrotechnischer Verein	336	(321)
Insgesamt	5439	(5867)

Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf den Stand zur Zeit der Jahresversammlung 1916. Ich weise noch darauf hin, daß die vorstehenden Zahlen zum Teil unsicher sind, da die Verbindung mit einer Zahl von Mitgliedern unterbrochen ist.

Leider sind uns auch außer den schon in der Vormittagssitzung erwähnten 33 Mitgliedern, die auf dem Felde der Ehre gefallen sind, noch eine Reihe von Mitgliedern durch den Tod entrissen worden. Es sind dies die Herren:

Bosch, J., Fabrikant, Mannheim,
Brennecke, Friedrich, Ingenieur, Ulm a. D.,
Callsen, Heinrich, Direktor, Interlaken,
Dinkgrewe, H., Ingenieur, Hannover,
Eichhorn, Lothar, Diplomingenieur, Dresden,
Fasolt, Friedrich, Dr., Berlin,
Franz, Richard, Ingenieur, Köln,
Gillhausen, G., Essen a. Ruhr,
Göbel, Jean, Kommerzienrat, Darmstadt,
Goldenberg, B., Direktor, Essen a. Ruhr,
Gruner, Arno, Ingenieur, Saarlouis,
Heimrod, Georg William, Dr. phil., Hannover,
Heine, Bruno, Dr.-Ing., Berlin-Grunewald,
Heinrich, Richard O., Ingenieur, Berlin-Schöneberg,
Hoffmann, Max, Oberingenieur, Charlottenburg,
Hohnhof, Karl, Ingenieur, Aachen,
Humpert, Ludwig, Oberrahmede i. Westf.,
Kegel, Erwin, Ingenieur, Mülheim a. Rhein,

[1]) Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in dem 4. Heft des 3. Bandes der „Wissenschaftlichen Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt" zum Abdruck gekommen. (Verlag von Julius Springer, Berlin. Preis 18 M), welches nach jeweils einzuholender Genehmigung des Generalkommandos in den Marken von der Verlagsbuchhandlung bezogen werden kann. Ein längerer Auszug hieraus wird nach Kriegsschluß in der „ETZ" erscheinen.

Digitized by Google

Keller, Carl, Oberingenieur, Düsseldorf,
Kerner, Fritz, Dr.-Ing., Berlin-Schöneberg,
Klein, Gustav, Ingenieur und Direktor, Stuttgart,
Kleinstück, Otto Alexander, Ingenieur, Berlin-Pankow,
Knopfe, Friedrich, W., Ingenieur, Chemnitz,
Kohn, Josef, Geh. Baurat Wiesbaden,
Krause, Rudolf, Ingenieur, Hellerau b. Dresden,
Krischer, Johann, Ingenieur, Mechernich.
Lindley, W. H., Zivilingenieur und Baurat, Frankfurt a. M.
Meeser, Hugo, Elektrotechniker Freiberg i. Sa.,
Ossenberg-Neuhaus, E., Diplomingenieur, Soest i. W.,
Römer, Hans, Kgl. Regierungs- und Baurat, Berlin-Steglitz.
Rosenthal, Friedr., Dr. phil., Hannover.
Schaller, Emil, Elektriker, Berlin.
Schipper, A., Betriebsleiter, Trossingen.
Schöppe, Oscar, Leipzig,
Seidel, Carl, Oberingenieur und Techn. Aufsichtsbeamter, Berlin,
Stort, Theodor, Ingenieur, Berlin,
Sturm, Richard, Hauptmann a. D., Oberingenieur, Brandenburg a. H.,
Tümmler, Rob., Döbeln i. Sachsen,
Völker, Hermann, Ingenieur, Mainz-Kastel,
Weinberg, Carl, Direktor, Oranienburg,
Zimmermann, Hugo, Oberingenieur, Berlin.

Des weiteren hat der Verband den seit dem Jahre 1913 bereits pensionierten langjährigen Beamten, Herrn Herrmann, durch den Tod verloren. Er war seit 1894 bis zum Jahre 1913 beim Verbande tätig und ist dem größten Teil seiner Mitglieder wohl bekannt gewesen. Es war ihm leider nur vergönnt, 4 Jahre der Ruhe zu genießen, die auch z. T. noch durch Krankheit gestört waren.

Die Zahl der zum Verbande gehörigen Vereine ist mit 22 unverändert geblieben. Die Kommissionen und Unterkomitees haben in den 2 Jahren 47 Sitzungen abgehalten, der Vorstand 4, und der Ausschuß 1 Sitzung.

(Schluß folgt.)

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Dr. G. Klingenberg, Direktor der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, ist durch Verleihung des Charakters als Geheimer Baurat ausgezeichnet worden.

Hochschulnachrichten. Der außerordentliche Professor Dr. Emil Cohn der mathematischen und naturwissenschaftlichen Abteilung der Universität Straßburg i. E. wurde zum ordentlichen Professor für theoretische Physik daselbst ernannt.

Von unseren Fachgenossen starben den Heldentod fürs Vaterland:[1])

J. Boje, Ingenieur der A. E. G. Berlin, Maschinenfabrik, Ritter des Eisernen Kreuzes 1. Kl. und des Friedrich-August-Kreuzes 1. Kl.

E. Lauenstein, Ingenieur der A. E. G., Abt. f. Zentralstationen, Berlin.

Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:

A. Luft, Ingenieur der A. E. G., Installationsbureau Bonn (Eisernes Kreuz 1. Kl.).

O. Ebert, Ingenieur der A. E. G. Berlin, Turbinenfabrik (Ritterkreuz v. Albrechtorden m. Schwertern).

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Berechnung der Arbeitsweise von Hochspannungskabeln.

Zu dem von Herrn KUMMER („ETZ" 1918, S. 84) der Arbeit des Herrn BREITFELD entnommenen Zahlenbeispiel erlaube ich mir, zu bemerken, daß auf Seite 78 des Buches „Berechnung von Wechselstrom-Fernleitungen für $\sqrt{m^2+n^2}$ 2,736 . 10^{-3} statt des richtigen, vorher berechneten Wertes 2,724 . 10^{-3} eingesetzt wurde. Mit dem richtigen Wert ergibt sich dann genügend genau:

die Generatorspannung zu 98 500 V,
der Generatorstrom „ 155 A,
der Leistungsfaktor „ 0,963.

Dieselben Werte ergeben sich auch mit $\frac{1}{z} = 2{,}719 \cdot 10^{-3}$; $V = 1{,}212$; $U = 1{,}735$; $\mathfrak{R}^0 = 526{,}4$; $R^k = 256{,}9$; $\beta = 7^0\,39{,}3'$; $\xi = 80^0\,4{,}05'$ nach der Berechnungsart des Herrn KUMMER.

Bei der vergleichsweisen Berechnung des Ladestroms erscheint es zweckmäßiger, den vereinigt gedachten Kondensator am Ende (vgl. Petersen, „Hochspannungstechnik", S. 313) oder besser in der Mitte anzuordnen. Es ergibt sich dann mit der in der Mitte der Leitung vorhandenen Spannung:

$$2\pi \cdot 25 \cdot 10{,}36 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{71\,500 + 86\,600}{2} = 129 \text{ A}.$$

Die beste und dabei einfachste Kontrolle erhält man wohl, wenn man die Gesamtkapazität durch zwei Kondensatoren am Anfang und Ende ersetzt. Es ergibt sich dann ügraphisch (vgl. Kyser, „Elektrische Kraftbertragung", Bd. 2, S. 99 bis 105) bei

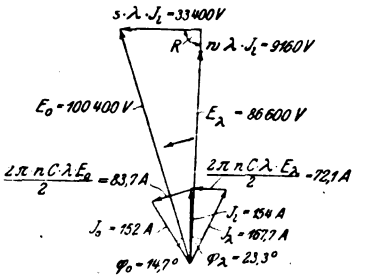


Abb. 1. Belastung.

Belastung: (Abb. 1)

$J_\lambda = 167{,}7$ A; $\cos \varphi_\lambda = 0{,}918$; $\varphi_\lambda \cong 23{,}3^0$

mit

$$\frac{2\pi n C \cdot \lambda \cdot E_\lambda}{2} = \frac{0{,}000\,001\,479 \cdot 1126{,}5 \cdot 86\,600}{2} = 72{,}1 \text{ A } (\perp E_\lambda),$$

$$J_l = 154 \text{ A}.$$

und mit

$$s \cdot \lambda \cdot J_l = 0{,}1929 \cdot 1126{,}5 \cdot 154 = 33\,400 \text{ V } (\perp J_l),$$

$$w \cdot \lambda \cdot J_l = 0{,}0528 \cdot 1126{,}5 \cdot 154 = 9\,160 \text{ V } (\parallel J_l),$$

$E_0 = 100\,400$ V. (Fehler $\frac{100\,400 - 98\,500}{98\,500} \cdot 100 = 1{,}93\,\%$),

und mit

$$\frac{2\pi \cdot n \cdot C\lambda \cdot E_0}{2} = \frac{0{,}000\,001\,479 \cdot 1126{,}5 \cdot 100\,400}{2} = 83{,}7 \text{ A } (\perp E_0),$$

$J_0 = 152$ A; $\varphi_0 \cong 14{,}7^0$; $\cos \varphi_0 = 0{,}967$.

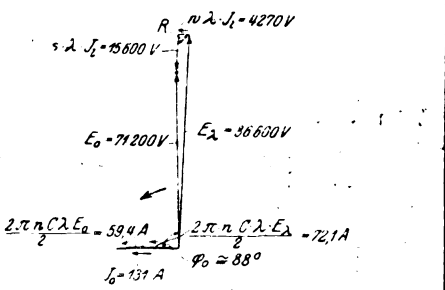


Abb. 2. Leerlauf.

Bei Leerlauf: (Abb. 2)

$$J_l = 72{,}1 \text{ A } (\perp E_\lambda)$$

mit

$s \cdot \lambda \cdot J_l = 0{,}1929 \cdot 1126{,}5 \cdot 72{,}1 = 15\,600$ V $(\perp J_l)$,

$w \cdot \lambda \cdot J_l = 0{,}0528 \cdot 1126{,}5 \cdot 72{,}1 = 4270$ V $(\parallel J_l)$,

$$E_0 = 71\,200 \text{ V},$$

und mit

$$\frac{2\pi \cdot n \cdot C\lambda \cdot E_0}{2} = \frac{0{,}000\,001\,479 \cdot 1126{,}5 \cdot 71\,200}{2} = 59{,}4 \text{ A } (\perp E_0),$$

$J_0 = 131$ A (nur Rechenschieber).

Diese zur Berechnung einer Leitung mit mehreren Entnahmestellen sehr geeignete (vgl. vorgenanntes Buch von Breitfeld, S. 85) Rechnungsweise, bei der auch gegebenenfalls die Korona- und Ableitungsverluste berücksichtigt werden können, ergibt auch bei längeren Leitungen ohne mathematisches, meist nur Rechenfehler hervorrufendes Hindernisrennen genügend genaue Werte.

Berlin, 4. VI. 1918.

Ernst Rossech,
Kgl. Regierungs-Baumeister.

Erwiderung.

Zur obenstehenden Berichtigung, die Herr E. ROSSECH an dem von mir wiederholten Zahlenbeispiel nach THOMAS und BREITFELD vornimmt, bemerke ich, daß ich dieses Beispiel mit möglichst unveränderten Zahlen lediglich zur Erhöhung der Anschaulichkeit meines Rechnungsverfahrens wiederholte. Im weiteren habe ich mein Rechnungsverfahren durchaus nicht etwa als für jedermann besonders praktisch hingestellt, sondern dessen Veröffentlichung nur aus dem didaktischen Grunde der Darlegung einer neuen und reellen statt symbolischen Methode der Übereinanderlagerung des Leerlaufszustandes und des Kurzschlußzustandes zur Darstellung des beliebigen Belastungszustandes von Hochspannungskabeln unternommen, wie aus der „Übersicht" meines Aufsatzes klar ersichtlich sein dürfte.

Zürich, 10. VII. 1918.

W. Kummer.

Wir schließen hiermit diese Erörterung.

D. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Vertrags-Kriegsrecht des In- und Auslandes. Von Justizrat Dr. Ludw. Wertheimer, Frankfurt a. M. 76 S. in 8°. Verlag von Ferd. Enke. Stuttgart 1917. Preis 2,40 M.

Der Verfasser hat die Bundesratsverordnung vom 16. XII. 1916 in lichtvoller, selten gründlicher Weise systematisch dargestellt und erläutert. Trotz des knappen Umfangs des Werkes ist der Inhalt durchaus erschöpfend, insofern auch vor allem das Vertragskriegsrecht der uns befehdenden Feindesstaaten in klaren Schilderungen darin aufgenommen ist. Im Vergleich mit diesen Vorschriften ist in Einzelfällen zu entscheiden, wie auf Grund der deutschen Verordnung Vergeltung gesichert und gewährt ist.

Für Industrielle wie Juristen stehe ich nicht an, das Büchlein als ein ebenso sicheres wie schwer entbehrliches Hilfsmittel zu bezeichnen bei Prüfung aller in Betracht kommenden Fragen.

Dr Cantor.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.

Bücher.

Die Blechabwicklungen. Eine Sammlung praktischer Verfahren zusammengestellt von Ingenieur Johann Jaschke. 3. erw. Auflage. Mit 218 Abb. 67 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 4 M.

Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik für Unterricht und Praxis in allgemein verständlicher Darstellung. Von Ingenieur R. Krause. Herausgegeben von Prof. H. Vieweger. 3. verb. Auflage. Mit 349 Abb. XI und 296 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 8 M.

Wissenschaftliche Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Bd. 4, Heft 3. Mit 158 Abb. 150 S. in gr. Folio. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 18 M.

Sonderabdrucke.

Denkschrift des Elektrotechnischen Vereins in Wien zum Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Sonderheft Juni 1918.

W. Kasperowicz. Das elektrische Metallspritzverfahren nach Schoop. „Chemiker Zeitung" 1918, Bd. 68/69.

W. Kasperowicz. Stoßtheorie der Strahlung. „Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift" Bd. 14, Heft 25.

Neue Zeitschriften.

Archiv für Elektrotechnik. Bd. 6, 1918, Heft 12, enthält folgende Arbeiten: Edy Velander. Normalzustand und Polarisation im Ferromagnetikum; L. Dreyfus. Über die Hystereseverluste bei linearer Ummagnetisierung durch Gleich- und Wechselstrom.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 602; 1918, S. 19, 59, 83, 99, 122, 159, 191, 270, 291.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Produktionserhebungen in der dänischen Industrie.

Durch Gesetz vom 17. XII. 1915 wurde in Dänemark eine Handwerks- und Industriezählung für das Jahr 1914 angeordnet. Hand in Hand sollten hiermit Erhebungen bezüglich der Produktionsverhältnisse in den einzelnen Industrien stattfinden unter Zugrundelegung der Betriebsergebnisse des Kalenderjahres 1913 oder des diesem am nächsten kommenden Geschäftsjahres. Den beteiligten Fabrikanten sind hieraufhin eingehend gegliederte Fragebogen übersandt worden, deren Eintragungen vom Statistischen Amt, soweit angängig, namentlich bezüglich des Umfangs und der Art der Erzeugung, ihrer Entwicklung gegenüber den im Jahre 1906 veranstalteten Produktionserhebungen und hinsichtlich der Einfuhr ausländischer Erzeugnisse geprüft worden sind. Die hierauf bezüglichen Arbeiten sind im letztvergangenen Jahre zum Abschluß gelangt. Den hierüber veröffentlichten Ergebnissen, soweit sie an dieser Stelle von Interesse sind, entnehmen wir die nachstehenden bemerkenswerten Einzelheiten:

Von der Produktionsstatistik für 1913 werden erfaßt 5 Fabriken, welche sich mit der Herstellung von Telephon- und Telegraphenapparaten befaßten und insgesamt 350 Arbeiter, darunter 90 weibliche, beschäftigten. Ihre Erzeugung stellte sich im Jahre 1913 auf 1 316 000 Kr; diese Summe, die sicher den überwiegenden Teil der einschlägigen Gesamterzeugung Dänemarks darstellte, verteilt sich mit 983 000 Kr auf die Herstellung und Montierung von Telephonapparaten, Telephonbestandteilen u. dergl., mit 330 000 Kr auf Telegraphenapparate und mit 3000 Kr auf andere Waren. Vier dieser Betriebe führten Reparaturen aus im Gesamtwerte von 291 000 Kr. Die Einfuhr aus dem Ausland umfaßte im Jahre 1913 für 144 000 Kr Telephonapparate u. dergl. (10 000 kg, darunter 3900 kg aus Schweden), die Ausfuhr dänischer Erzeugnisse für 10 000 Kr Telephon- und Telegraphenapparate.

Unter den übrigen von der Industriezählung als elektromechanische Fabriken erfaßten Betrieben (23 mit 854 Arbeitern außer den vorgenannten Telephon- und Telegraphenfabriken) befanden sich 3 Elektromotorenfabriken, 2 Staubsaugerfabriken, 1 Glühlampenfabrik und 8 bis 10 Fabriken, die sich vornehmlich mit der Herstellung elektrotechnischer Materialien, zum Teil jedoch gleichzeitig mit Installationsarbeiten befassen. Von 6 dieser Betriebe liegen Angaben zur Produktionsstatistik vor: Sie beschäftigten etwa 400 Arbeiter. Hierzu muß noch gerechnet werden die Erzeugung von vier Betrieben, die in der Hauptsache Installationsarbeiten ausführten, gleichzeitig aber auch die Fabrikation betrieben; diese beschäftigten 144 Arbeiter mit Fabrikations- und 350 Arbeiter mit Installationsarbeiten. Die sämtlichen übrigen, vorstehend nicht genannten Betriebe, die bei der Industriezählung zu den elektromechanischen Fabriken und elektrischen Installationsgeschäften (etwa 270 Betriebe mit 1000 bis 1100 Arbeitern) rechnen, sind nur reine Installationsgeschäfte oder ganz kleine mechanische Werkstätten u. dergl.

Es handelt sich im ganzen um 10 Betriebe mit etwa 450 Arbeitern (außer etwa 450 für Zwecke von Installationen), bezüglich deren Erzeugung elektrotechnischer Artikel im Jahre 1913 Angaben vorliegen, und die mindestens neun Zehntel der Gesamtproduktion darstellen. Der Verkaufswert der Erzeugung dieser 10 Betriebe im Jahre 1913 belief sich auf 1 591 000 Kr, wovon 125 000 Kr auf andere Arbeiten als elektrotechnische Materialien entfallen. Eine nähere Gliederung der angeführten Summe läßt sich nicht vornehmen; nur soll angeführt werden, daß in ihr 235 000 Kr für Stahlröhren und „Fittings" zu elektrischen Installationen (etwa 500 000 kg) enthalten sind.

Angaben aus früheren Jahren zum Vergleich mit der vorliegenden Produktionsstatistik liegen nicht vor. Zweifellos sind indessen in der dänischen elektrotechnischen Industrie gute Fortschritte zu verzeichnen; so kann u. a. angeführt werden, daß den 298 Betrieben (mit 3700 Arbeitern), die im Jahre 1914 in der elektrotechnischen Industrie (Fabrikation und Installation) festgestellt wurden, im Jahre 1906 nur 102 Betriebe und 1562 Arbeiter gegenüberstehen.

Im Jahre 1913 betrug die dänische Einfuhr elektrischer Kleinteile (Kontakte, Sicherungen u. dergl. 50 700 kg im Werte von 127 000 Kr, von anderem elektrotechnischen Material (Unterbrecher u. dergl., aber nicht Akkumulatoren, Elemente und Kabel, Leitungsdraht oder Röhren) 128 000 kg im Werte von 380 000 Kr sowie von elektrischen Meßapparaten 170 400 kg im Werte von 801 000 Kr.

Über Dänemarks Erzeugung von Leitungsdraht im Jahre 1913 gibt die nachstehende Zahlentafel Aufschluß:

Art der Erzeugung	Menge in kg	Verkaufswert in Kronen	
		im ganzen	für 100 kg
Übersponnener Leitungsdraht	553 600	1 230 100	222.2
Kabel	1 184 600	935 700	79 2
Blanker Kupferdraht	66 200	99 400	150.2
Blankes Aluminiumkabel . .	76 800	153 700	200.1
Sonstiges Isoliermaterial .	15 200	27 600	181 6
Zusammen .	1 896 400	2 446 500	—

In welchem Verhältnis Dänemarks Erzeugung von Leitungsdraht zur Ein- und Ausfuhr steht, ist in folgender Zusammenstellung ersichtlich gemacht:

	Maßstab	Übersponnener Leitungsdraht	Übersponnene Kabel
Erzeugung . . .	1000 kg	553	1185
	1000 Kr	1230	936
Einfuhr zum Verbrauch . . .	1000 kg	490	1025
	1000 Kr	1105	851
Ausfuhr	1000 kg	8	10
	1000 Kr	17	7
Verbrauch . . .	1000 kg	1035	2200

Für 1905 ist der Verkaufswert der Erzeugung mit 750 000 Kr angegeben.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Nürnberg[1]). Der Bericht über das am 31. III. 1918 abgelaufene 23. Geschäftsjahr weist darauf hin, daß die vorgenommenen Tariferhöhungen zwar eine leichte Besserung der Erträgnisse gebracht haben, sie werden aber als nicht für die Dauer ausreichend bezeichnet. Der Rohgewinn einschl. Zinsen betrug 1,672 Mill. M (1,626 i.V.), Verwaltungskosten und Steuern 0,256 Mill. M (0,273 i.V.), Zinsen usw. 0,427 Mill. M (0,530 i.V.). Der Reingewinn einschl. Vortrag von 1,057 Mill. M (0,888 i.V.) soll zur Ausschüttung von 3% Dividende (2½ i.V.) auf 31,122 Mill. M Vorzugsaktien verwendet werden (Gesamtaktienkapital 32 Mill. M), 5% werden dem Reservefonds überwiesen (wie i.V.) und 73,905 Mill. M (68 615 i.V.) auf neue Rechnung vorgetragen. Die mit 53,434 Mill. M (52 488 i.V.) abschließende Bilanz bewertet Effekten mit 15,541 Mill. M (15,997 i.V.), Konsortialkonto mit 8,095 Mill. M (8,118 i.V.), Unternehmungen in eigener Verwaltung mit 23,423 Mill. M (23,442 i.V.). Schuldnern mit 6,369 Mill. M (4,923 i.V.) stehen gegenüber Gläubiger mit 3,473 Mill. M (2,814 i.V.). —*z.*

A. E. G. Union Elektrizitäts-Gesellschaft, Wien[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 nötigten die bekannten Schwierigkeiten der Erzeugung sowie der Mangel an Raum in der Fabrik die Gesellschaft, sich in der Annahme von Aufträgen Beschränkung aufzuerlegen. Die neue große Maschinenhalle sollte Ende Juli bezogen werden. Für den Übergang in die Friedenswirtschaft sind alle Vorbereitungen getroffen. Das Unternehmen ist auf längere Zeit hin mit reichlicher Beschäftigung versorgt. Dem Gewinn von 6,949 Mill. K (4,816 i.V.) stehen gegenüber Unkosten von 3,321 Mill. K (2,500 i.V.), Steuern von 0,654 Mill. K (0,167 i.V.), Abschreibungen von 1,295 Mill. K (0,474 i.V.). Vom Reingewinn von 1,855 Mill. K (1,820 i.V.) sollen 8% Dividende auf das Aktienkapital von 20 Mill. K (wie i.V.) gezahlt werden, der Rest von 0,211 Mill. K (0,176 i.V.) wird auf neue Rechnung vorgetragen. Die mit 51,869 Mill. K (42,324 i.V.) abschließende Bilanz bewertet die Betriebsunternehmungen mit 4,519 Mill. K (4,511 i.V.), Kautionen und Effekten mit 4,129 Mill. K (6,277 i.V.), Inventar und Verwaltungsgebäude mit 1,452 Mill. K (0,172 i.V.), Kasse und Rimessen mit 0,135 Mill. K (0,082 i.V.). Vorräte mit 17,388 Mill. K (7,428 i.V.). Schuldnern mit 24,246 Mill. K (23,854 i.V.) stehen Gläubiger mit 25,574 Mill. K (14,695 i.V.) gegenüber. *Hgn.*

Lokalbahn-A. G., München. Nach dem Bericht über das 31. Geschäftsjahr 1917 wurden vereinnahmt aus den Betrieben 3,072 Mill. M (2,511 i.V.), aus Wertpapieren 0.646 Mill. M (0,675 i.V.). Die Jahresrechnung schließt ab mit einem Verlust von 0,120 Mill. M (0,363 i.V.). Das Verhältnis der Betriebsausgaben zu den Betriebseinnahmen hat sich bei den 12 deutschen Linien im eigenen Betriebe gegen 1916 von 62,69 auf 59,74% erniedrigt.

[1]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1917, S. 592.
[2]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 304.

Firmenverzeichnis.

Thermodynamo G. m. b. H., Berlin-Südende. Gegenstand: Erwerb und Verwertung der F. und A. G. Hoffmannschen Patente und geschützten Verfahren betreffend Erzeugung von Elektrizität aus Wärme bzw. durch Thermodynamomaschinen, Fortbildung dieses Verfahrens, Fabrikation und Verkauf von Thermodynamos usw. Stammkapital: 50 000 M. Geschäftsführer: H. Windhoff; H. Kämper.

Deutsche Wasserkraftgesellschaft m. b. H., Berlin. Gegenstand: Förderung des Ausbaues von Wasserkräften, insbesondere Projektierung und Ausbau von Wasserkraftanlagen, Verwertung von rohen und ausgebauten Wasserkräften, Ausführung aller damit verbundenen Arbeiten und Geschäfte auf eigene und fremde Rechnung, Beteiligung an gleichen und ähnlichen Unternehmungen, auch Finanzierung solcher. Stammkapital: 0,29 Mill. M. Geschäftsführer: A. Ibsen; P. Dalichau.

Elektrische Beleuchtungs- u. Kraft-Industrie vorm. A. Gobiet & Co., Cassel. Unter dieser Firma wird die Casseler Niederlassung für elektrische Anlagen der Firma A. Gobiet & Co., Rotenburg a. Fulda, vom 1. VII. 1918 weitergeführt. Inhaber: Ingenieur W. Gianini.

Kraftversorgung der südlichen Rheinprovinz und angrenzenden Gebiete, G. m. b. H., Trier. Gegenstand: Erzeugung, Bezug, Fortleitung und Abgabe von Elektrizität, Erwerb gleichartiger oder ähnlicher Unternehmungen oder Übernahme von deren Vertretung. Geschäftsführer: H. Henney.

Gesellschaft für elektrische Installationen m. b. H. in Liqu., Elberfeld. So lautet die ab 1. VII. 1918 aufgelöste Firma Bergische Elektrizitätsgesellschaft Hoppe & Stöcker m. m. H., Elberfeld.

Elektrizitätswerke Sachsen-Anhalt A. G., Halle a. S. Der Sitz der Gesellschaft ist von Frankfurt a. M. nach Halle verlegt worden.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Ottendorf (Haftsumme 400 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 20). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Klein-Röhrsdorf (Haftsumme 400 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrische Lichtanlage, Gen. m. b. H., Bunnen i. Oldenburg (Haftsumme: 2000 M). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Pammin, Kr. Dramburg (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen: 100).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Siemens Elektrische Betriebe A. G., Berlin: um 10 auf 40 Mill. M (beantragt). — A. E. G.-Schnellbahn A. G., Berlin: um 6 auf 48,5 Mill. M. — Telefon- und Telegraphenbau-Gesellschaft m. b. H., Hamburg: um 0,13 auf 0,15 Mill. M.

Änderungen in der Verwaltung. Siemens & Halske A. G., Berlin-Siemensstadt. Neu in den Aufsichtsrat gewählt: Dr. W. v. Siemens zum Vorsitzenden (an Stelle von A. v. Siemens†), C. F. v. Siemens zum stellvertretenden Vorsitzenden. An die Stelle des ausgeschiedenen Direktors D. Fr. A. Spiecker ist M. Haller getreten.

Auflösungen. Bergische Elektrizitätsgesellschaft Hoppe & Stöcker m. b. H., Elberfeld.

Niederlande. In Amsterdam wurde unter der Firma Nederlandsche Seintoestellenfabriek eine Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 1 Mill. Gulden zur Errichtung von Fabriken zwecks Herstellung von Telephonapparaten, Telephoninstallationen, Apparaten für drahtlose Telegraphie usw. gegründet. Beteiligt sind u. a. die hauptsächlichsten Schiffahrtsgesellschaften und die Nederlandsche Telegraaf Mij. „Radio-Holland".

Abschluß des Heftes: 10. August 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Fehmer in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 22. August 1918. Heft 34.

Die Bedeutung des Normenausschusses der Deutschen Industrie für den Elektrotechniker.

Von Oberingenieur P. Wölfel, Siemensstadt.

Dem deutschen Elektrotechniker Vorträge über Wesen und Vorteile der Normung zu halten, wäre geradezu vermessen, hat er doch wie kein zweiter Vorbildliches darin geleistet. Man darf aber nicht vergessen, daß für ihn die Verhältnisse außerordentlich günstig lagen. Die Elektrotechnik ist eine der jüngeren Industrien, sie arbeitet mit neuen Gedanken und konnte sich darum auch neue Gesetze schreiben, ohne vom Althergebrachten stark behindert zu werden. In der gleichen glücklichen Lage ist mit ihr die Automobil-, Luftschiff- und Flugzeugindustrie.

Andere Verhältnisse liegen bei den älteren Industrien und besonders beim allgemeinen Maschinenbau vor. Schon vor dem Kriege versuchte der Verein Deutscher Ingenieure die Normung in Angriff zu nehmen. Damals schien es jedoch mehr Nachahmungstrieb statt unbedingte Notwendigkeit zu sein. Der Vereinheitlichungsgedanke konnte keinen rechten Boden fassen.

Erst der Krieg und die kommende Übergangswirtschaft ließ den Gedanken wieder aufleben, und nun war es die Notwendigkeit, die die Normung geradezu forderte und zu beschleunigter Ausführung trieb. Die Arbeiten wurden im Sommer 1917 wieder aufgenommen. Das Königliche Fabrikationsbureau Spandau, mit der Vereinheitlichung von Heeresgerät beauftragt, regte beim Verein Deutscher Ingenieure die Normungsarbeiten für den allgemeinen Maschinenbau an; denn es ging von der richtigen Voraussetzung aus, daß Zwangsnormen weniger Beifall finden würden als in freiwilliger Zusammenarbeit geschaffene Normen. Bald zeigte es sich, daß der Maschinenbau mit seinen unzähligen Verästelungen und Anlehnungen an benachbarte Industrien keine bestimmte Abgrenzung gestattete, und daß es notwendig wurde, überall Anleihen zu machen oder Anschluß zu suchen. Auch Reibungen stellten sich bald ein; denn schon die Aufstellung normaler Durchmesser und Bohrungen drohte eine Schraube ohne Ende zu werden, galt es doch, den verschiedenen im Maschinenbau selbständigen Fächern wie Werkzeugmaschinenbau, Kugellagerfabriken oder zuliefernden Zweigen, z. B. den Walzwerken, ihre geheiligten Rechte zu beschneiden.

Darum war es ein glücklicher Gedanke, einen ganz großen Schritt zu tun und die gesamte deutsche Industrie für die Notwendigkeit und die Vorteile der Normung zu gewinnen. Gelang es, dann waren gleichzeitig auch die größten Steine aus dem Wege geräumt und der Zusammenarbeit die Wege gebahnt.

Es wurden die technischen Behörden (Heeresverwaltung, Reichsmarineamt, Eisenbahnzentralamt, Reichspostamt, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Normal-Eichungskommission), Vertreter der Wissenschaften, technische Verbände, darunter auch der Verband Deutscher Elektrotechniker, und Firmen des Maschinenbaues, der Elektrotechnik, der Feinmechanik, des Schiffsbaues, der Chemie u. a. m. am 22. XII. 1917 zu einer gemeinsamen Besprechung geladen. Die dabei abgegebenen Erklärungen ließen das Beste erhoffen und führten zur Gründung des „Normenausschusses der Deutschen Industrie".

Umfangreiche Vorarbeiten müssen allerdings erledigt werden, denn über den Begriff „Normen" herrschen, wenn man tiefer schürft, bei einzelnen Berufszweigen ganz merkwürdige Anschauungen und Unklarheiten. Aufgabe einer guten Werbe- und Aufklärungsarbeit wird es sein, Licht in das Dunkel zu bringen. Jedenfalls muß die Überlegung als richtig anerkannt werden: gereicht der Vereinheitlichungsgedanke verschiedenen großen Industriezweigen zum Vorteil, was ohne weiteres bejaht werden muß, dann lohnt es doch, sich auch die anderen Gebiete daraufhin anzusehen und sie zum allgemeinen Vorteil dafür aufzuschließen.

Ist der passende Rahmen gewählt, in dem sich alle deutschen Industrien vereinigen können, dann ist auch der Boden für die Zusammenarbeit gefunden. Dieser Rahmen scheint das vom Normenausschuß geplante Normensammelwerk der Deutschen Industrie zu sein. Mit diesem Werk soll etwas ganz Neues, Eigenartiges geschaffen werden, und es wird aller Voraussicht nach den Beifall aller Beteiligten finden.

Die Entstehung des Normensammelwerkes kann mit wenigen Worten geschildert werden: Die Industrieverbände bilden Arbeitsausschüsse für die einzelnen Normen, wie es z. B. der Verband Deutscher Elektrotechniker getan hat. Diese Arbeitsausschüsse nehmen Fühlung mit allen benachbarten Industrien, die an der neuen Norm Interesse haben, die Geschäftsstelle des Normenausschusses vermittelt und unterstützt die Fühlung. Die ausgearbeiteten Normen werden, wenn alle Förmlichkeiten, die nicht hierher gehören, erfüllt sind, auf lose Blätter in Einheitsgröße gedruckt, nach bestimmter, bei allen Industrien gleicher Einteilung — vorgesehen ist vorläufig: Inhaltsverzeichnis, Vorschriften, Werkstoffe, Bearbeitung, Konstruktionsteile, Typen, Einrichtungen (Organisation), genaueres muß noch festgelegt werden — geordnet und nach einem das ganze Werk durchlaufenden System nummeriert in das Sammelwerk eingegliedert.

Es bleibt jedem Interessenten überlassen, nur das dem Sammelwerk zu entnehmen, was er für seine Zwecke braucht. Zum Beispiel eine Maschinenfabrik für den Bau von Spinnmaschinen entnimmt dem Sammelwerk:

a) die Normen des allgemeinen Maschinenbaues,
b) die Normen der Textilindustrie,
c) die Normen der Elektrotechnik,
d) die Sondernormen der Elektrotechnik: Vorschriften für Verwendung der Elektrizität in Textilanlagen.

Damit erspart sich die Fabrik die jetzt nötigen Nachforschungen in der Literatur und Rückfragen.

Dies vorausgeschickt, kommen wir zu unserer heutigen Aufgabe, der Elektrotechnik ihren Platz im Normenausschuß der Deutschen Industrie anzuweisen. Die „Normalien und Leitsätze" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind, wie eingangs gesagt, vorbildlich, wenn man daraus lernen will, wie normalisiert werden muß; sie sind es aber nicht, wenn man die Absicht hat, sie dem oben geschilderten Normensammelwerk anzugliedern. Abgesehen vom Format, das s. Zt. mangels fester Normen wohl nur willkürlich gewählt ist, lassen sie die einheitliche Gliederung des Stoffes nach ähnlichen Gesichtspunkten, wie eben ausgeführt, vermissen. Wer, wie der Verfasser, sich täglich mit den Normalien beruflich beschäftigen muß, wird ihm das zugestehen müssen. Es ist nicht etwa nötig, bei Neuauflage an den Normalien etwas zu ändern, wenn nicht andere Gründe vorliegen, sondern das Buch ist nur zu zerlegen und die Vorschriften, die sich auf andere Industrien beziehen, sind an passender Stelle einzureihen. Es bleibt natürlich jedem unbenommen, sich sämtliche Blätter wieder zusammenheften zu lassen, wenn es seinen Bedürfnissen besser entspricht. (Man sollte bei dieser Gelegenheit alle allgemein verwendbaren Vorschriften und Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker mit den Erläuterungen zu einem wirklichen Taschenbuch des Elektrotechnikers zusammenstellen.) Sie sollten es wohl ursprünglich einmal sein, sind aber im Laufe der Zeit darüber hinausgewachsen. Es muß aber ausdrücklich betont werden, daß gerade der Elektrotechniker größeren Nutzen aus dem geplanten Normensammelwerk ziehen kann als jeder andere Beruf, denn die Elektrotechnik findet bekanntlich überall Anwendung. Dem entwerfenden Ingenieur wird es als Nachschlagewerk dienen für die Industriezweige, deren Normen bisher nur schwer oder gar nicht zu beschaffen waren. Deshalb dient es seinem eigensten Vorteil, mit ganzer Kraft im Normenausschuß der Deutschen Industrie mitzuwirken und die dort gefaßten Pläne zur Reife zu bringen. An neuen Anregungen wird es bei der zu erwartenden engen Zusammenarbeit nicht fehlen.

Die Werbearbeit des Normenausschusses wird den Sinn für Normung in allen möglichen Industriezweigen wecken, was sicher wieder auf die Elektrotechnik zurückstrahlt. Es wird später darüber zu berichten sein.

Der Blitzableiter im Plan des Gebäudes.[1])

Von Prof. S. Ruppel, Frankfurt a. M.

(Schluß von S. 328.)

Nun haben aber schon wenige unverbundene Metallteile (Blechfirste, Dachrinnen, Abfallrohre) in zahlreichen Fällen, auch in solchen, bei denen sich im Gebäude Heu und Stroh befanden, Brände und starke Zerstörungen verhindert.

Mit noch viel größerer Sicherheit muß dies gelingen, wenn diese Teile systematisch zur Blitzableiteranlage ausgebildet, Erdverbindungen erhalten, unter sich verbunden und an eine Erdleitung angeschlossen werden. Solche Anlagen würden, wenn sie unter Aufsicht der Architekten hergestellt und besonders bei Neubauten gleich entworfen würden, nicht nur billig, sondern auch ausreichend zuverlässig. Auch würde das vielfach angeführte Bedenken, daß die Regenabfall-

[1]) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein zu Berlin unter Zuziehung der Architekten- und Ingenieur-Vereine in der Sitzung vom 24. IV. 1917; vgl. „ETZ" 1917, S. 274.

Digitized by Google

rohre in nicht genügend gutem Zustand seien, dann fortfallen, wenn die Regenabfallrohre als Teile des Blitzableiters allgemein verwendet und hierzu besonders gerichtet würden. Dabei würde auch die Unterhaltung der Blitzableiteranlagen gleichzeitig mit der allgemeinen Bauunterhaltung erfolgen, da ja die Dachrinnen und Abfallrohre als Gebäudeteile an sich in gutem Zustand gehalten werden müßten.

Wie weit dies auf Firstbleche und andere Blechbeschläge ausgedehnt werden kann, hängt von der ortsüblichen Bauweise ab. Jedenfalls kann aber auch hier durch Einwirkung des Architekten vieles erreicht werden.

Ganz wesentliche Verbilligungen und günstige Anordnungen ließen sich auch erzielen, wenn noch mehr auf gruppenweisen bzw. gemeindeweisen Bau von Blitzableitern hingewirkt würde.

Lassen sich hierzu die jetzt fast überall vorhandenen Freileitungen von Ortsnetzen benutzen, so ergeben sich Blitzableiter größter Wirksamkeit bei geringsten Kosten.

Diese Art der Ausführung, die im Prinzip schon 1897 von Koch vorgeschlagen wurde, habe ich verschiedentlich empfohlen. Sie ist in den letzten Jahren durch die Firma Hinderthür in größerem Maßstabe wie es scheint mit Erfolg gebaut worden.

Es werden hierbei die sich auf große Längen über die Gebäude erstreckenden geerdeten Leiter, die ja schon aus elektrischen Gründen gut geerdet sein müssen, noch an die Wasserleitungen gelegt. Die Firstleitung wird direkt mit dem Dachständer verbunden und durch dessen Ableitung geerdet. Auch werden etwa sonst vorhandene Metallteile, wie Dachrinnen, Abfallrohre u. dergl. mit angeschlossen.

Bei dieser Ausführung wird die Zahl der Erdungsstellen für ein Ortsnetz ganz wesentlich erhöht, und es werden hierdurch die Bedenken, welche sonst gegen eine Verbindung metallener Gebäudeteile mit dem geerdeten Netzleiter bestehen könnten, wohl ausgeglichen. Auch ist zu bedenken, daß an sich bei einem Netz mit geerdetem Leiter nie ganz zu vermeiden ist, daß der geerdete Leiter, sei es im Innern des Gebäudes, sei es am Dach, bei der Anbringung des Dachständers, Verbindung mit metallenen Gebäudeteilen erhält. Ebenso schaffen leicht nasse Wände und nasse Dachflächen diese Verbindung. Diesen rein zufälligen Verbindungen ist eine gut hergestellte Verbindung mit mehrfach durchgeführten Erdungen wohl vorzuziehen.

Bei der Ausführung solcher Anlagen unter Benutzung des geerdeten Leiters ist aber unbedingt zu fordern, daß dem Betriebsleiter des Werkes das Recht zusteht, in Fällen, in denen über die Güte der Erdleitungen und Verbindungen Zweifel bestehen, besondere Erdungen zu verlangen, bzw. die Benutzung der Leitungen zu verbieten.

Für beide Anlagen, Blitzableiter und Netz wird es technisch und wirtschaftlich von Vorteil sein, wenn der Erbauer des Ortsnetzes auch den gemeindeweisen Blitzschutz mit herstellt. Dann dürfte es bei dieser Ausführung leicht fallen, überall die Genehmigung zur Aufstellung von Dachständern zu erlangen, die ja für die Gebäudebesitzer direkt erwünscht sein müßte, während sie früher oft nur nach schwerem Kampf und meist erst mit Hinweis auf den Blitzschutz gestattet wurden.

Man wird nun die Frage aufwerfen, ist der Architekt imstande, die beim Bau von Blitzableitern auftretenden Schwierigkeiten richtig zu lösen, und zweckentsprechende Anlagen zu schaffen? Diese Frage ist in Bezug auf den wichtigsten Punkt „Berücksichtigung der am Gebäude vorhandenen Metallteile" unbedingt mit ja zu beantworten. Er kennt alle von Grund auf, hat Einfluß auf die Herstellung von Verbindungen beim Entstehen, kann sie an bestimmten Stellen anbringen, verstärken und, wo nötig, ohne große Kosten schaffen. In erhöhtem Maße trifft dies z. B. bei Eisenbetonbauten zu. Der später hinzugezogene Sachverständige findet festliegende, oft nur schwer zu verbessernde Bedingungen, die meist nur noch mit großen Kosten eine zweckentsprechende Anlage ermöglichen.

Das gilt für die bei weitem größte Zahl der Gebäude, gegen die alles andere zurücktritt, wenn ich auch durchaus nicht dem das Wort reden möchte, daß der Blitzableitersetzer ganz verschwinden soll. Der Architekt soll sich beim Blitzableiterbau in demselben Maße wie bei anderen Spezialtechnikern gegebenenfalls beraten lassen. Es gibt Fälle, in denen eine Planaufstellung mit ganz besonderer Sorgfalt erfolgen muß, und in denen unbedingt die Zuziehung eines Technikers erforderlich ist, der entsprechende wissenschaftliche Kenntnisse und genügende Erfahrung besitzt. Das gilt besonders bei Anlagen für Spezialfälle, wie Pulverfabriken, Pulvermagazine, chemische Fabriken, Lager feuergefährlicher Materialien, Mühlen, Räume für große Menschenansammlungen u. dergl.

Wenn der Architekt den Blitzableiterentwurf herstellt, so wird er hierbei zunächst feststellen müssen, wie weit die an sich vorhandenen Metallteile dem Blitzschutz dienen können, bzw. ob nicht Konstruktionsteile aus Metall so angebracht werden können, daß sie gleichzeitig einen Blitzschutz ergeben.

Hierzu ist in erster Linie ein Übersichtsplan mit dem Dachverfall nötig, in dem alle Metallteile und besonders auch die Umgebung des Gebäudes eingezeichnet sind. Wird dieser Plan gleich unter Anwendung der richtigen Farben, wie sie die Ausführungsvorschläge zu den Leitsätzen angeben, aufgestellt, so sieht man bei einiger Übung sofort, welche Ergänzungen anzubringen, bzw. ob überhaupt besondere Leitungen erforderlich sind.

Die Wahl der richtigen Erdungen, d. h. vor allem der Anschluß der Wasserleitung, die Ausbildung der bekannten Einschlagstellen als Auffangvorrichtungen und die Verbindung beider auf möglichst kurzen Wegen unter Benutzung der metallenen Gebäudeteile ergibt den Blitzableiter fast von selbst.[1])

Es würde zu weit führen, auf die Durchbildung verschiedener Anlagen näher einzugehen, und es soll auch nicht der Zweck des heutigen Vortrages sein, diese Einzelfragen zu behandeln. Dagegen möchte ich die Frage näher untersuchen, warum trotz der langjährigen intensiven Arbeit der Erfolg immer noch so unverhältnismäßig klein ist.

Es fragt sich nun, kann man diesen Zwang ausüben, bedeutet er keine zu starke Belastung? Darauf wird man ohne weiteres antworten können: „ein Zwang ist nur dann möglich, wenn die entstehenden Kosten einigermaßen im Einklang stehen mit den erreichten Vorteilen".

Ich habe zur Untersuchung dieser Frage berechnet, in welchem Verhältnis der durch Blitzableiter zu verhindernde Schaden zu den Aufwendungen für Blitzschutz steht, wenn sämtliche Gebäude Blitzableiter erhalten.

Dabei habe ich die Kosten für eine Anlage eingesetzt im Mittel zu 50 M,[1]) Prüfungskosten für ein Jahr und Anlage 2 M,[2]) Prüfung alle 5 Jahre (für ein Jahr 0,40 M), Verzinsung und Unterhaltung 5%.

Dann ergeben sich die jährlichen Ausgaben für

	Stadt	Land
Preußen . . . . . M	7 322 000	22 860 000
Bayern . . . . . „	954 000	5 846 000
Sachsen . . . . . „	925 000	1 762 000

Im Verhältnis zum jährlichen Blitzschaden würden die Aufwendungen betragen:

	Stadt	Land
Preußen	8,85-fach	3,93-fach
Bayern	41,12 „	5,50 „
Sachsen	7,73 „	2,88 „

Die Schadensumme wäre in Wirklichkeit etwas höher einzusetzen, da die bestehenden Blitzableiter den Schaden schon vermindert haben, aber das Verhältnis wird auch dann, selbst bei den äußerst gering eingesetzten Blitzableiter- und Prüfungskosten, noch erschreckend ungünstig. Es zeigt sich also, daß es vom wirtschaftlichen Standpunkt nicht ohne weiteres empfohlen werden kann, sämtliche Gebäude mit Blitzableitern zu versehen.

Will man aber feststellen, welche Art von Gebäuden sowohl mit Rücksicht auf die Größe des bei ihnen entstehenden Schadens, als auch mit Rücksicht auf das Interesse an der Erhaltung der zerstörten Werte unbedingt geschützt werden müssen, so ist zunächst zu klären, wie sich das Interesse an der Verhinderung der Schäden bei Versicherer, Versicherungsgesellschaften und Staat stellt:

Beim Hausbesitzer ist der direkte Schaden durch die Versicherung gedeckt, soweit nicht Teile zu gering oder überhaupt nicht versichert waren. Nicht ersetzt wird der Schaden, der sich aus der Störung des Wirtschaftsbetriebes ergibt, bis alles wieder hergestellt und wieder angeschafft ist. Dieser indirekte Schaden kann recht hoch werden. Er fällt besonders ins

Zahlentafel 1.

Unternehmungen		Zahl der versicherten Gebäude		Blitzableiter auf 100 versicherte Gebäude	
		Stadt	Land	Stadt	Land
Landesbrandvers. für das Königreich Sachsen	1910	319 412	607 707	8,6	6,1
Fürstlich Lippische Feuervers. Detmold . . .	1911	9 970	281 177	5,3	0,74
Vereinigte landschaftl. Brandkasse Hannover.	1911	59 180	513 529	4,8	4,6
Westpreußische Feuersozietät.	1911	16 896	225 344	0,22	0,07
Vers. der Fürstentümer Waldeck u. Pyrmont	1910	10 181	21 602	2,3	0,62
Schleswig-Holsteinsche Landesbrandkasse . .	1910	104 723	201 743	1,5	6,9
Feuersozietät für die Provinz Ostpreußen . .	1910	43 498	376 245	0,32	0,22

Wenn, wie Zahlentafel 1 zeigt, es bisher nur gelungen ist auf dem Lande im günstigsten Falle 6,9% der Gebäude mit Blitzableitern zu versehen, und diese Zahl in mehreren Fällen heruntergeht auf weniger als 1%, so läßt das darauf schließen, daß die bisher unternommenen Schritte noch nicht durchgreifend genug waren.

Es fehlten nach meiner Ansicht noch zwei wichtige Momente:

Erstens fehlte ein Zwang zum Blitzableiterbau, und zweitens scheute man sich, wenn es zur Ausführung der Blitzableiter kam, in der Vereinfachung und damit Herabsetzung der Kosten genügend weit zu gehen.

Gewicht, wenn Zuchtvieh und Ernte vernichtet sind, die zur Aufrechterhaltung des Betriebes gehören. Es besteht also trotz der Schadendeckung ein großes privatwirtschaftliches Interesse, zu dem noch das ethische Interesse für den Schutz der Personen hinzukommt.

Für die Versicherungsgesellschaft entsteht eine Steigerung ihrer Ausgaben in der Höhe des Schadens, sie hat also das Interesse, den Schaden möglichst gering zu halten.

In Zahlen ausgedrückt, geht ihr Interesse so weit, daß die Schadensumme kleiner ist als die gezahlten Prämien.

---

[1]) alle Preise beziehen sich auf normale Verhältnisse vor dem Kriege.
[2]) bei Massenprüfung.

[1] Vorführung von Lichtbildern.

Digitized by Google

Anders ist es beim Staat.

Er hat erstens das größte Interesse an der Erhaltung der Arbeitswerte, denn unsere Arbeitskräfte brauchen wir zur Weiterentwicklung, Zerstörungen und damit Wiederherstellungsarbeiten müssen vermieden werden.

Er hat ferner das gleiche Interesse, Materialwerte, wie sie in den zerstörten Immobilien und Mobilien stecken, unbedingt zu erhalten.

Dies gilt im allerhöchsten Maße, wenn es sich um die Erhaltung von Bodenerzeugnissen und Vieh handelt.

Er hat auch Interesse daran, daß in Betrieben keine Störungen auftreten, da hierdurch volkswirtschaftliche Verluste entstehen. Er hat aber auch besonderes Interesse an dem Schutze der Menschen.

Alle Punkte gelten in erhöhtem Maße während des Krieges und auch noch nach diesem Kriege.

Hat aber der Staat dieses starke, allgemein wirtschaftliche und ethische Interesse, so muß er unbedingt darauf hinarbeiten, daß der Blitzschaden vermindert wird.

Es wäre also wohl angebracht, wenn ähnlich wie eine große Reihe baupolizeilicher Bestimmungen zur Verhinderung sonstiger Brände bestehen, auch der Blitzableiter baupolizeilich — zum mindesten für bestimmte Gebäudearten — vorgeschrieben würde.

Nun sind die Gebäudearten, für welche die größten, allgemein wirtschaftlichen Interessen und auch gleichzeitig die größten Schäden in Betracht kommen, die Gebäude mit landwirtschaftlichen Produkten. Auf diese entfällt auch die größte Zahl der Brände.

Würde man nur für diese Gebäude den Blitzschutz allgemein einführen, und nimmt man an, daß in den Städten etwa $^1/_{10}$ und auf dem Land die Hälfte der Gebäude rein landwirtschaftlichen Zwecken dient (die Werte stimmen natürlich nicht genau), so würden sich die vorher berechneten Zahlen unter der Voraussetzung, daß es dann gelingt, ungefähr 90% des Schadens zu verhindern, wie folgt ändern:

Jährliche Ausgaben für Blitzschutz:

	Stadt	Land
Preußen	M 732 200	11 437 600
Bayern	„ 95 400	2 923 000
Sachsen	„ 92 500	881 000

Im Verhältnis zum jährlichen Blitzschaden würden die Aufwendungen betragen:

	Stadt	Land
Preußen	0,98-fach	2,19-fach
Bayern	4,59 „	3,54 „
Sachsen	0,86 „	1,60 „

Es würde demnach schon eher Einklang bestehen zwischen den für Blitzschutz aufgewendeten Mitteln und den dadurch der Zerstörung entzogenen Werten.

Da aber die Aufwendungen für Blitzschutz immer noch erheblich höher sind als die Schadenswerte, so kann man nicht verlangen, daß die Feuerversicherungsgesellschaften die ganzen Kosten tragen. Berücksichtigt man aber, daß diese Gesellschaften fast durchgängig staatliche Einrichtungen sind, und daß der Staat das Hauptinteresse hat, so müßten unbedingt von dieser Seite größere Opfer gebracht werden. Es käme hierfür in Betracht:

1. daß Beihilfen zum Blitzableiterbau geleistet werden. Am zweckmäßigsten würde dies wie in Bayern durchgeführt, d. h. zur Bedingung gemacht, daß diese Beihilfen nur für vereinfachte, also nicht unnötig teuere Anlagen gewährt werden. Diese Anlagen müßten, ebenso wie Blitzableiter für staatliche Gebäude, als Musteranlagen dienen u. zw. nicht etwa durch besonders viele Leitungen, sondern in ihrer Vereinfachung und Ausnutzung der Gebäude-Metallteile. Die staatliche Beihilfe wirkt dann nicht nur durch die zur Verfügung gestellten Mittel, sondern auch dadurch, daß endlich einmal deutlich gezeigt wird, daß die einfachen Anlagen von den Behörden anerkannt sind. Dann wird es wohl auch gelingen, mit dem veralteten Bedenken aufzuräumen, daß eine solche Anlage gefährlicher ist als keine und man lieber auf einen Blitzschutz verzichten solle.

   Die Beihilfen für Ausführungen nach allerdings ziemlich strengen Bedingungen sind schon bei verschiedenen Feuerversicherungsgesellschaften eingeführt;
2. müßte die dauernde Prüfung der Blitzableiter sämtlicher versicherten Gebäude kostenlos übernommen werden;
3. wäre es wünschenswert, daß auch die Unterhaltung übernommen wird, wobei natürlich höhere Kosten abgelehnt werden könnten..

Dagegen hätten die Gebäudebesitzer die Herstellungskosten zu tragen, und es wäre deshalb unbedingt dafür zu sorgen, daß diese Kosten so gering als irgend möglich, d. h. daß die Anlagen einfach werden. Mit der zwangsweisen Einführung solcher einfacher Anlagen für landwirtschaftliche Gebäude wird sich auch ohne weiteres die freiwillige Einführung der Blitzableiter für Wohngebäude ergeben, da das Haupthindernis, die Kostenfrage, wegfällt und durch die Schaffung der Musteranlagen auch die früheren Bedenken verschwinden werden.

Ich hoffe, durch die vorhergehenden Betrachtungen gezeigt zu haben, daß es wohl möglich ist, zweckentsprechende Anlagen unter Berücksichtigung der verschiedenen wirtschaftlichen Momente so billig zu bauen, daß sie wohl ohne schwerwiegende Bedenken für bestimmte Gebäudearten baupolizeilich vorgeschrieben werden können.

Zur Durchführung dieser Arbeiten, die sich sowohl auf die Herstellung der mit den Gebäuden verwachsenen einfachen Anlagen, als auch für die Ausarbeitung baupolizeilicher Bestimmungen und deren Vertretung gegenüber den Behörden beziehen, sollte die Mitarbeit über die elektrotechnischen Kreise hinaus ausgedehnt werden.

Ich möchte deshalb vorschlagen, daß zu dem bereits bestehenden Blitzausschuß des Elektrotechnischen Vereins, Berlin, noch ein besonderer „Ausschuß für Blitzableiterbau“[1]) gebildet wird. Diesem Ausschuß müßten Vertreter des Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, des Architekten- und Ingenieur-Vereins und anderer Architektenvereine sowie des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner angehören. Das letztere ist zu empfehlen, weil der Anschluß der Gas- und Wasserröhren einer der wichtigsten Punkte im Blitzableiterbau ist. Nun trifft es sich besonders günstig, daß gerade im letzten Jahr eine vorzügliche Neubearbeitung der Anschlußbedingungen für Gas- und Wasserrohre durch Herrn Direktor Dr.-Ing. Scheelhaase und Direktor Terhaerst für diesen Verband aufgestellt worden ist, die, wenn auch noch nicht restlos, unsere Wünsche befriedigt, doch einen großen Fortschritt gegen früher darstellt. Ein ausgezeichneter Bericht hierüber stammt von Herrn Dr.-Ing. Scheelhase und ist in dem „Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung“ 1916, Heft 41, veröffentlicht.

Der Ausschuß müßte das Recht haben, sich durch Zuwahl weiterer Vertreter aus elektrotechnischen oder Architektenvereinen, bzw. durch sonstige für den Blitzableiterbau in Betracht kommende Vereinigungen und Behörden zu ergänzen.

Viele wichtige Fragen sind gleich in Angriff zu nehmen:

Mittel zur Förderung des Blitzableiterbaues, besonders auf dem Lande;

Mitarbeit der Feuerversicherungsgesellschaften;

Mitarbeit der Bauberatungsstellen und der Bautechniker auf dem Lande;

Aufgaben der Bauhandwerker bei der Schaffung vereinfachter Blitzableiter;

Gemeindeweiser Bau von Blitzableitern;

Mithilfe der Elektroinstallateure;

Mithilfe der Baufach- und landwirtschaftlichen Schulen und vieles andere.

Wenn auch die Fassung der baupolizeilichen Bestimmungen verhältnismäßig einfach sein wird und auch Klarheit darüber herrschen dürfte, welche Gebäude unbedingt einen Schutz erhalten müßten, so bedarf es doch noch eingehender Beratungen und Vertretung der Forderungen bei allen in Betracht kommenden Stellen, um nicht nur die Genehmigung sondern auch allseitige Förderung und Mitarbeit zu erreichen. Auch an der Aufklärung aller in Betracht kommenden Kreise der Bevölkerung darf es keinesfalls fehlen.

Ich habe schon ausführliche Vorschläge über die Art durchzuführender Arbeiten entworfen, die sicher noch in vielen Punkten zu verbessern sind. Ich möchte aber empfehlen, die Arbeit nicht etwa zu verschieben bis alle Punkte durchgearbeitet sind. Denn darüber herrscht wohl Klarheit, daß jetzt schnelles Handeln nottut!

Durch die Entfernung der Kupferblitzableiter werden viele Gebäudebesitzer zur Blitzalbeiterfrage Stellung nehmen müssen, und da sollten die Berater der Hausbesitzer, die Architekten, helfen, daß zweckmäßig und wirtschaftlich gearbeitet wird. Der Schutz unserer landwirtschaftlichen Gebäude und damit unserer Ernte ist eine Frage von allergrößter Wichtigkeit.

Wir dürfen beim Blitzableiter auch in Zukunft unter keinen Umständen Kupfer verwenden, keine unnötige Arbeit, kein Stück unnötiges Material darf daran sein, und so müssen wir in noch weit höherem Maße als bisher die Metallteile der Gebäude heranziehen und möglichst Gebäudegruppen oder ganze Ortschaften zusammenfassen. Hier darf uns auch nicht beeinflussen, ob der eine oder andere Lieferant mehr oder weniger Vorteil hat, jetzt gibt es für uns nur eine Aufgabe: wirtschaftliches Arbeiten mit den uns zur Verfügung stehenden Rohstoffen und Arbeitskräften und ausgedehntesten Schutz der Bodenerzeugnisse, der Arbeit und der Menschen.

[1]) Die Gründung ist inzwischen erfolgt (s. „ETZ“ 1917, Heft 26, S. 351), und es sind bereits Richtlinien vom Ausschuß für Blitzableiterbau herausgegeben (s. „ETZ“ 1918, Heft 8, S. 80).

Graphisches Verfahren zur Bestimmung der Phasenverschiebung in Drehstromkreisen.

Die wichtigste und in der Praxis auch allgemein verbreitete Bestimmung von Drehstromleistungen, die „Zweiwattmeter-Methode“, ergibt die Gesamtleistung als die algebraische Summe zweier Einzelleistungen, die durch die

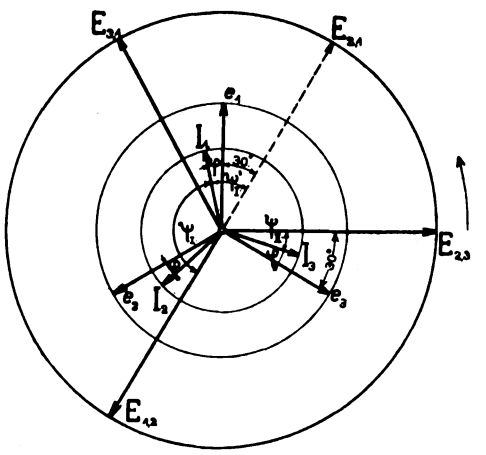


Abb. 1.

beiden Wattmeter angegeben werden; nach dem bekannten Zusammenhange (Abb. 1):

$$L_g = \underbrace{J_3 \cdot E_{2,3} \cdot \cos \psi_{II}}_{L_{II}} + \underbrace{J_1 \cdot E_{2,1} \cdot \cos \psi_I'}_{L_I}.$$

Digitized by Google

Symmetrisches Drehstromsystem vorausgesetzt — was praktisch fast ausschließlich der Fall ist — sowie unter Annahme symmetrischer Belastung, was durch die gleichmäßige Verteilung der Gesamtbelastung auf die drei Phasen annähernd erreicht werden kann, vereinfacht sich obige Gleichung durch die Substitution:

$$\psi_I' = \varphi + 30^0 \quad \text{und} \quad \psi_{II} = 30^0 - \varphi$$

sowie durch die Gleichheit der Ströme, bzw. Spannungen zu:

$$L_g = L_{II} + L_I = \sqrt{3} . J . E . \cos\varphi .$$

Soll nun aus den Angaben der beiden Wattmeter (L_I, L_{II}) außer der Drehstromleistung die Phasenverschiebung im Netze bestimmt werden, so ergibt sich diese durch Bildung des Verhältnisses:

$$\frac{L_{II} + L_I}{L_{II} - L_I} = \sqrt{3} . \frac{1}{\operatorname{tg}\varphi}$$

oder unter Annahme gleicher Wattmeterkonstanten, zu:

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg} \sqrt{3} . \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1},$$

und somit der Leistungsfaktor zu:

$$\cos\varphi = \frac{1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2}}{2\sqrt{1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} + \frac{\alpha_1^2}{\alpha_2^2}}} .$$

Die rechnerische Bestimmung des Winkels φ sowie des Leistungsfaktors nach diesen Formeln ist insbesondere bei Auswertung mehrerer Meßergebnisse ziemlich zeitraubend; es empfiehlt sich daher in solchen Fällen die Anwendung folgenden graphischen Verfahrens (Abb. 2).

Ein rechtwinkliges Korodinatensystem (Ox, Oy) wird durch eine Gerade (Oz) ergänzt, welche mit der Ordinatenachse einen Winkel von 30° einschließt. Man trägt nun die Summe der Ablenkungen an beiden Wattmetern ($\alpha_2 + \alpha_1$) in beliebigen Maßstab auf die Abszissenachse, die Differenz derselben ($\alpha_2 - \alpha_1$) auf die Oz-Achse auf, und erhält dadurch die Punkte A und B. Aus B beschreibt man nun mit dem Radius ($\alpha_2 - \alpha_1$) einen Kreis (bzw. Kreisbogen) und verbindet den Schnittpunkt desselben auf der Ordinatenachse (C) durch eine Gerade mit dem Punkte A. Der Winkel: $CAO = \varphi$, also dem Phasenverschiebungswinkel im Netze; durch Beschreibung eines Kreisbogens mit dem Radius 1, bzw. Projektion des Punktes D auf die Abszissenachse erhält man auf einfachster Art zugleich die Größe des Leistungsfaktors: $AD' = \cos\varphi$.

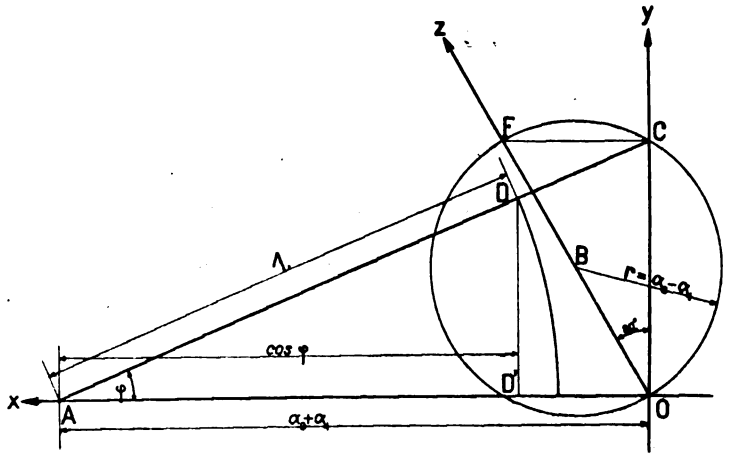


Abb. 2.

Die Beweisführung der Richtigkeit dieses Verfahrens besteht in dem rein geometrischen Zusammenhang:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{OC}{AO} = \frac{OC}{\alpha_2 + \alpha_1} \quad (\text{aus } \triangle AOC)$$

und

$$OC = OF . \cos 30^0 = \sqrt{3} . (\alpha_2 - \alpha_1) \quad (\text{aus } \triangle OCF),$$

somit

$$\operatorname{tg}\varphi = \sqrt{3} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1} .$$

Die Anwendung dieses graphischen Verfahrens lohnt sich hauptsächlich bei Belastungsversuchen von Drehstromerzeugern — insbesondere dann, wenn sich bei konstanter Gesamtbelastung im Netze (also $\alpha_2 + \alpha_1 =$ konst.) die Phasenverschiebung durch variierende Verteilung der induktiven und kapazitiven Einzelbelastungen ändert. In diesem Falle bleibt $\alpha_2 + \alpha_1 =$ konstant, obgleich sich die beiden Wattmeterablenkungen für sich allein ändern, was ja auch die Änderung ihrer Differenz ($\alpha_2 - \alpha_1$) bewirkt (Abb. 3). Bei konstantem ($\alpha_2 + \alpha_1$) nimmt ($\alpha_2 - \alpha_1$) stets zu, der Winkel φ wird immer größer, bis schließlich bei $\varphi = 60^0$ ein Wendepunkt erreicht wird, indem: $\alpha_1 = 0$ und somit $\alpha_2 + \alpha_1 = \alpha_2 - \alpha_1 = \alpha_2$, d. h. das Wattmeter I zeigt den Wert 0, und in der graphischen Darstellung des Falles wird die Hypothenuse des Dreiecks AOC (Abb. 4) zum Durchmesser des Kreises mit dem Radius: $r = \alpha_2 - \alpha_1$.

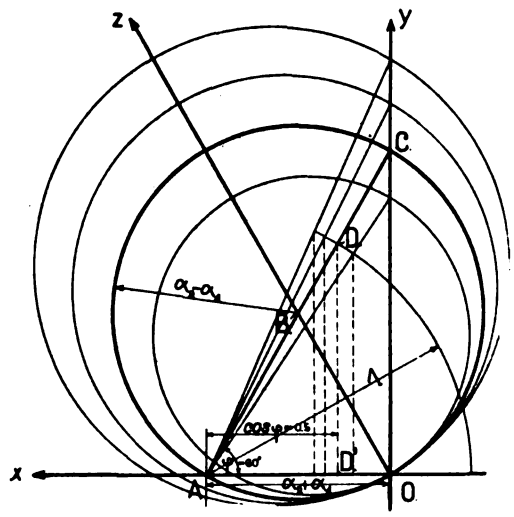


Abb. 4.

Nimmt die Phasenverschiebung noch weiter zu, so erleidet das Wattmeter I negative Ablenkung — bekanntlich müssen die Klemmen der Spannungsspule umgeschaltet werden — und die Differenz ($\alpha_2 - \alpha_1$) nimmt stets zu. Der Grenzfall $\varphi = 90^0$ kann naturgemäß bei konstantem ($\alpha_2 + \alpha_1$) praktisch nicht erreicht werden: es müßte nämlich die Strecke OC und somit $(\alpha_2 - \alpha_1) = \infty$ werden, dagegen läßt sich dieser Fall annähernd verwirklichen durch die Abnahme der Drehstromleistung auf $(\alpha_2 + \alpha_1) = 0$, so jedoch, daß dabei ($\alpha_2 - \alpha_1$) zu einem Maximum wird: in diesem Falle müssen also die beiden Instrumente gleich große Werte, jedoch entgegengesetzten Vorzeichens angeben: $\alpha_2 = -\alpha_1$. Diese Änderung der Wattmeterablenkungen, sowie ihrer Summe bzw. Differenz als Funktion der Phasenverschiebung kann übrigens am übersichtlichsten im Sinusdiagramm (Abb. 5) beobachtet werden.

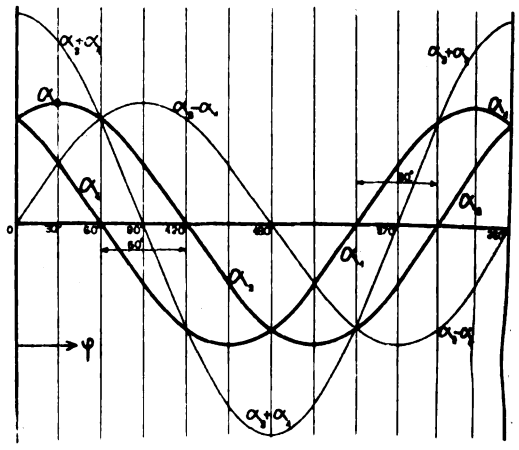


Abb. 5.

Um bei verschiedenen Werten der Gesamtbelastung ($\alpha_2 + \alpha_1$) ein rasches Auffinden der zusammengehörigen Werte von ($\alpha_2 - \alpha_1$) und $\cos\varphi$ zu ermöglichen, bediene man sich der Kurvenschar in Abb. 6, in welcher — durch

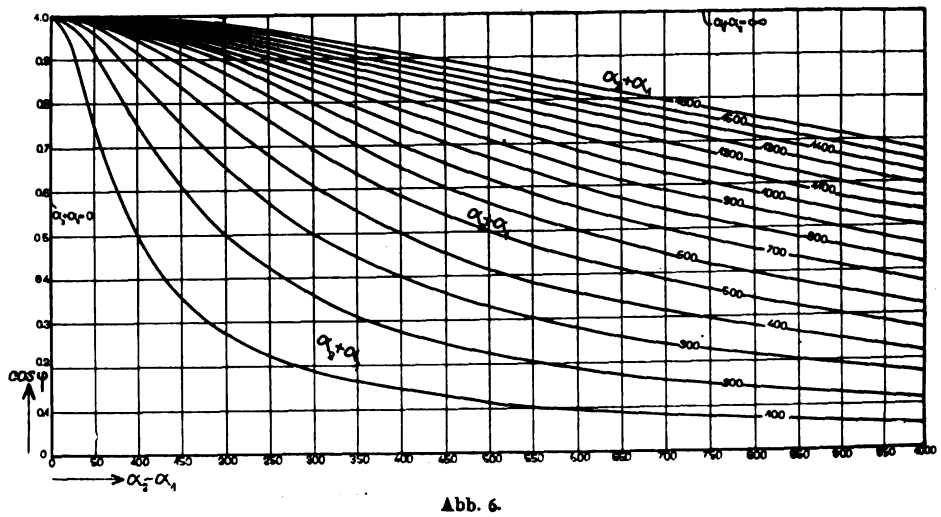


Abb. 6.

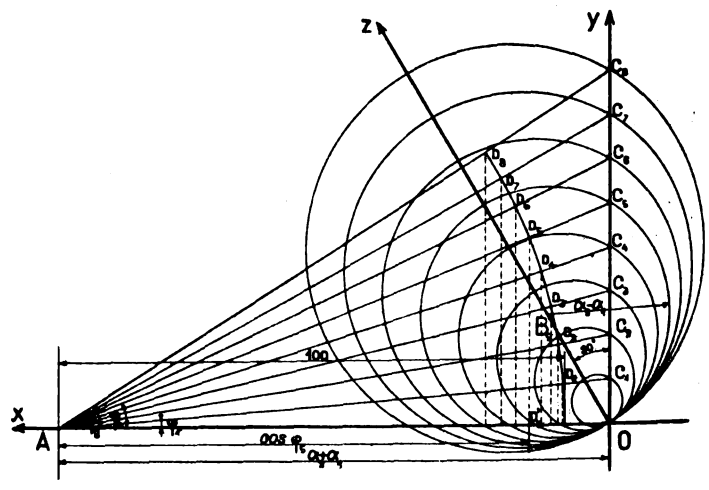


Abb. 8.

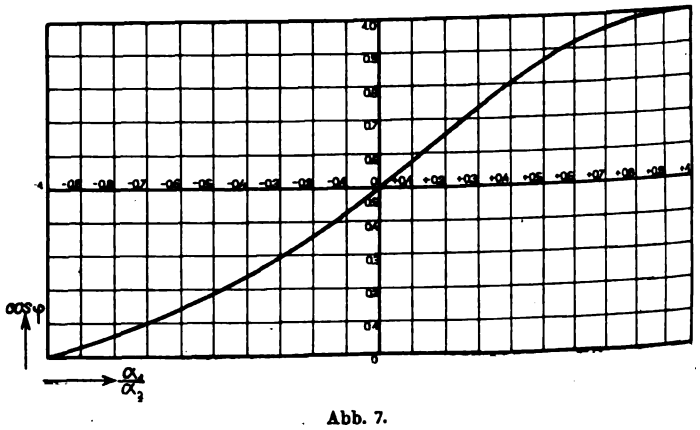


Abb. 7.

Digitized by Google

das Auftragen der Werte des Leistungsfaktors als Funktion von $(\alpha_2 - \alpha_1)$ — ihr Zusammenhang bei verschiedenen Werten von $(\alpha_2 + \alpha_1)$ in übersichtlicher Weise dargestellt wurde. Wenn auch durch einfache Interpretation die Bestimmung des Leistungsfaktors aus den Wattmeterablenkungen mit Hilfe dieser Kurvenschar möglich ist, eignet sich dieses Diagramm nur wenig zu praktischen Zwecken.

Zur unmittelbaren Bestimmung von $\cos\varphi$ sei noch schließlich die zuerst von Radtke angegebene Kurve: $\cos\varphi = f\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)$ erwähnt (Abb. 7), die einen interessanten — im Gegensatz zu vielen bisherigen Angaben — in den beiden Hälften unsymmetrischen Verlauf aufweist. Allerdings führt eine solche in entsprechendem Maßstab gezeichnete Kurve sehr rasch zur Auffindung des Leistungsfaktors — zur genaueren Bestimmung der Phasenverschiebung im Netze bedient man sich am zweckmäßigsten dennoch des in Abb. 2, 3, 4 angegebenen graphischen Verfahrens, das jedoch — sowie auch alle daran geknüpfte Erörterungen — und das sei nochmals ausdrücklichst hervorgehoben — nur für den Fall symmetrischer Belastung im symmetrischen Drehstromsystem anwendbar ist.

Dipl.-Ing. Ernst Haidegger, Selmeczbánya.

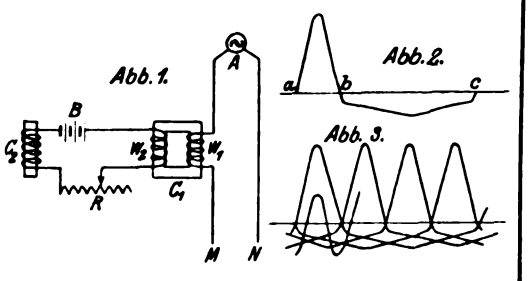
KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Frequenzvervielfachung für elektrische Ströme.

[Engineering, Bd. 105, S. 445.]

Der Marconi Wireless Telegraph Company und J. Shoenberg in London ist im Januar dieses Jahres ein Patent erteilt worden auf ein neues Verfahren zur Vervielfachung der Frequenz von Wechselströmen, das sich auf folgenden Grundgedanken gründet: Wenn in eine der Hauptzuführungen zu einer Wechselstromquelle eine Umwicklung auf einen Eisenkern eingeschaltet ist, der keinen oder nur einen sehr schmalen Luftspalt besitzt und eine zweite Umwicklung trägt, die in einem Kreise mit einer Gleichstromquelle und einer Drosselspule mit offenem Kern liegt, so besitzen die Kurven für Strom und Spannung des Hauptkreises die Eigentümlichkeit, daß der Ausschlag nach der einen Seite viel weiter geht als nach der anderen, und daß der Schwingungsteil mit größerem Ausschlag kleiner ist als der dem kleineren Ausschlag entsprechende Teil. Das Verhältnis beider ist abhängig von den durch die Umwicklungen fließenden Strömen. In Abb. 1 ist A eine Wechselstromquelle, C_1 ein



ganz oder nahezu geschlossener Magnetkreis mit zwei Umwicklungen, deren eine, W_1, in die Hauptleitung von A geschaltet ist, während die andere, W_2, über einen Regelungswiderstand R und eine Drosselspule C_2 mit der Gleichstromquelle B verbunden ist, so daß C_1 bis zur Sättigung magnetisiert werden kann. Die Kurve für die Spannung zwischen M und N hat dann die in Abb. 2 dargestellte Form. In dieser entspricht die Strecke $a-c$ einer vollen Schwingung, der Ausschlag nach oben ist erheblich größer als nach unten, und der Teil $a-b$ ist viel schmaler als eine Halbschwingung. Eine ähnliche Einrichtung wird für jede Phase eines n-Phasenstromes getroffen; werden die Ströme in den verschiedenen Phasen vereinigt, so entsteht ein Strom von einer Frequenz, die n-mal so groß ist wie die der einzelnen Phasen, vgl. Abb. 3 für einen Vierphasenstrom. Die veränderten Phasen werden ohne Transformator vereinigt. *Rp.*

Schalter, Sicherungen und ähnliche Vorrichtungen.

Glühlampenschraubfassung mit vierkantig gelochtem Boden.

Hans Torner, Insterburg, empfiehlt eine Glühlampenfassung, bei der die verbandsnormale Konstruktion des Schraubnippels mit seitlicher Klemmschraube durch eine durch DRGM 79 232 geschützte Konstruktion ersetzt wird. Gemäß diesem besitzt der Boden der Fassung an Stelle des Nippelgewindes ein Vierkantloch nach Abb. 4. Diese Ausführung

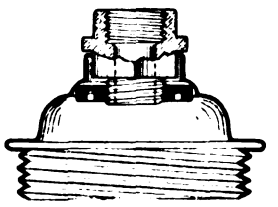


Abb. 4.

nötigt zur Verwendung eines mit entsprechendem Vierkantansatz versehenen Nippels, über dessen vorderen Gewindezapfen mit Hilfe eines Schlüssels eine Mutter geschraubt wird, so daß zwischen Mutter und Nippelflansch der Fassungsboden geklemmt wird. Die Fassung soll hierdurch gegen unbeabsichtigte Verdrehung gesichert und der verbandsnormalen Nippelbefestigung gegenüber vorteilhafter sein. *kl.*

Beleuchtung und Heizung.

Beleuchtungssystem für elektrische Überlandbahnen.

[Gen. Electric Rev., Bd. 21, S. 124.]

Zur Vermeidung der Lichtschwankungen, die durch den Fahrdraht-Spannungsabfall oder durch Stromschienen-Kontaktunterbrechungen verursacht werden, hat die General Electric Co. einen Motorgenerator mit von der Drehzahl unabhängiger Spannung geschaffen. Die Unveränderlichkeit der Spannung wird auf folgende Art erzielt (Abb. 5). Der Anker ist zweipolig und in Reihe gewickelt und besitzt außer den Hauptbürsten AC noch eine dritte, um 90° versetzte Bürste B. Das 4-polige Maschinengehäuse führt einen magnetischen Hauptkraftfluß durch die stark gesättigten Pole F_1 und unabhängig davon einen Querfluß durch die schwächer gesättigten Pole F_2. Jedes dieser Polpaare wird für sich im Nebenschluß von den Bürsten AB aus erregt. Der Kraftfluß F_1 erzeugt zwischen den Bürsten AB, und nur zwischen diesen, eine der Drehgeschwindigkeit proportionale, und der Fluß F_2 zwischen den Bürsten BC eine von der Drehzahl quadratisch abhängige Spannung, so gerichtet, daß an den Hauptbürsten die Differenz beider Spannungen erscheint. Von der Ankergegenwirkung OR ist nur die nach den schwach

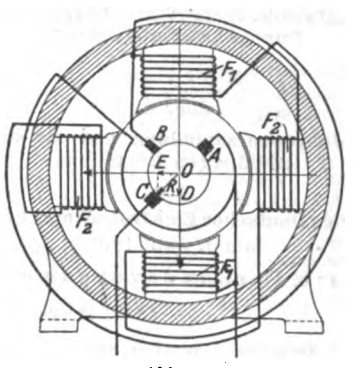


Abb. 5.

gesättigten Polen F_2 gerichtete Komponente OE aufzuheben, durch eine auf diesen Polen sitzende Verbundwicklung. Durch geeignete Wahl der Verhältnisse gelang es, bei einer Steigerung der Fahrdrahtspannung von 300 auf 800 V die Veränderungen der Umformerspannung innerhalb 30 bis 34 V zu halten. Infolge von vollständigen Kontaktunterbrechungen an der dritten Schiene fällt die Lichtspannung von 33 V auf 32 V, wenn die Unterbrechung ½ s dauert, auf 28 V bei 1,5 s und auf 20 V bei 3 s Unterbrechungsdauer. Eine derartige Niederspannungsbeleuchtung soll außer besserem Licht auch noch verringerte Betriebskosten im Gefolge haben. *Grb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Statistik der elektrischen Bahnen in Holland für 1916.[1])

Der vom „Koninklijk Instituut van Ingenieurs" herausgegebenen Statistik der bestehenden und im Bau befindlichen elektrischen Bahnen Hollands für das Jahr 1916 sind die in Zahlentafel 1 zusammengestellten wichtigsten Betriebsergebnisse zu entnehmen:

Zahlentafel 1. Betriebsergebnisse holländischer elektrischer Bahnen im Jahre 1916.

Bahn	Einwohner in Tausend	Betriebslänge km	Spurweite m	Fahrgäste Mill.	Fahrten f. d. Kopf	Einnahmen Mill. M	Einnahme f. d. Fahrgast Pf
Amsterdam	617	186	1,435	127,64	207	9,392	7,4
Amsterdam—Harlem	729	76,8	1,00	7,98	11	1,657	20,8
Arnheim	84	28,0	1,067	3,89	46	0,512	13,2
Haag	322	120,9	1,435	43,64	136	4,401	10,0
Groningen	86	19,2	1,00	3,92	46	0,350	8,9
Harlem	72	2,94	1,435	2,16	30	0,211	9,8
Leiden	60	45,84	1,435	3,28	54	0,741	22,6
Nymwegen	67	24,0	1,067	2,15	32	0,289	13,4
Rotterdam	513	113,8	1,435	43,53	85	4,153	9,5
Utrecht	130	31,0	1,435	7,39	56	0,643	8,7

Ar.

Hebezeuge und Massenförderung.

Kraftbedarf für Getreideförderung.

[El. World, Bd. 69, S. 1246.]

Allgemein spart zwar langsame Getreidebewegung Kraft, trotzdem wird aber eine solche Arbeitsweise wegen der Liegekosten der Dampfer und der Miete für Wagen nicht wirtschaftlich sein. Die Hauptbetriebszeiten sind entsprechend den Erntezeiten in den Sommer- und Herbstmonaten Mai—Dezember.

Für 6 Speicher und Verladeanlagen in Port Arthur und Fort William Ontario (Ver. St.) sind in der folgenden Zusammenstellung die wichtigsten Betriebsangaben aufgeführt:

Anlage	A			B		C		D	E	F
Fassungsvermögen in 1000 m³	115			326		61,5		70	61,5	200
Jahr	1914	1915	1916	1915	1916	1915	1916	1916	1916	1916
Bewegtes Getreide im Ganzen in 1000 m³	810	1340	1830	—	3300	—	915	1900	1340	1760
Betriebsstunden	3265	3618	3509	—	3735	—	7076	5785	3301	—
Durchschnittliche Betriebsstunden am Tage	10,9	12	11,7	—	12,44	—	23,6	19,25	11	—
Bewegtes Getreide zum Fassungsvermögen	7,11	11,85	16	—	11,15	—	15,22	27,0	22,1	8,7
Bewegtes Getreide i. d. Betriebsstunde	7070	10 650	14 850	—	25 400	—	3760	9350	11 720	—
Angeschlossene Motorleistung kW	1720	1720	1720	866	866	400	442	1040	764	1820
Jahresverbrauch in 1000 kWh	970,3	901,4	1231,8	676,3	781,0	279,6	453,2	1251,4	—	—
Belastungsziffer	52,1	45,5	46,7	—	71,5	—	34,8	46,6	—	—
Bewegte m³/kWh	0,84	1,5	1,5	—	—	—	2,07	1,52	—	—
Kosten der Kraft kWh in Pf	8,2	8,0	6,8	4,2	4,6	4,6	4,8	3,9	—	—
Kraftkosten für 100 m³ in M	10,2	5,55	4,8	—	—	—	2,36	2,61	3,35	5,75

Brk.

[1]) Über 1915 vgl. „ETZ" 1917, S. 338.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Bericht

über die

XXIV. Jahresversammlung und die Feier des 25jährigen Bestehens

des

Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin

am 1. Juni 1918.

Zweite Verbandsversammlung.

(Schluß von S. 331.)

Herr **Dettmar** fortfahrend: Das Kgl. Preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten hat auf unseren Antrag hin Erleichterungen in der Ausführung der Gestänge bei Bahnkreuzungen zugestanden, um den Anschluß einzelner Gebäude, Gehöfte und Ortsteile an vorhandene Niederspannungsnetze zu ermöglichen. Ebenso hat das Reichspostamt die Bestimmungen für die bruchsichere Führung von Starkstromleitungen oberhalb von Reichstelegraphen und Fernsprechleitungen ermäßigt und damit eine Übereinstimmung mit den vom Vorstande eingeführten Kriegsmaßnahmen betr. Freileitungen herbeigeführt.

Da es sich gezeigt hatte, daß die allgemeine Einführung der Blitzableiter besonders auf dem Lande dringend erforderlich ist, und die Leitsätze über den Blitzschutz noch nicht überall genügend bekannt waren, erschien es notwendig, daß in den Schulen sowohl beim Unterricht wie auch in den verwendeten Lehrbüchern auf die technische und volkswirtschaftliche Bedeutung der Blitzableiter hingewiesen wird. Um dies zu erreichen, wurde eine besondere Drucksache über die Behandlung der Blitzableiterfrage in den Schulen in außerordentlich großem Umfange dank der Unterstützung der Unterrichtsverwaltungen aller Bundesstaaten verbreitet.

In meinem Bericht in Frankfurt konnte ich Ihnen mitteilen, daß damals gerade der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine unter starker Anteilnahme des Verbandes gegründet worden war, und zwar unter Beteiligung der 6 größten deutschen technischen Vereine und Verbände. Inzwischen ist ihre Zahl auf 16 deutsche Vereine gestiegen, eine österreichische Abteilung ist dem Deutschen Verbande bereits angegliedert worden, und die Angliederung der ungarischen Abteilung steht in Aussicht. Der Deutsche Verband umfaßt zurzeit folgende deutschen Vereine:

Verein deutscher Ingenieure.
Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine.
Verein deutscher Eisenhüttenleute.
Verein deutscher Chemiker
Verband Deutscher Elektrotechniker
Schiffbautechnische Gesellschaft,
Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern,
Verein deutscher Straßenbahn- und Kleinbahnverwaltungen.
Verein der Zellstoff- und Papier-Chemiker.
Wissenschaftl. Gesellschaft für Luftfahrt.
Gesellschaft Deutscher Metallhütten und Bergleute,
Deutsche Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie.
Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.
Verein zur Beförderung des Gewerbebleißes.
Deutsches Museum
Deutscher Markscheider-Verein.

Wie Sie aus dieser Aufzählung ersehen, sind fast alle maßgebenden technisch-wissenschaftlichen Vereine und Verbände vertreten. Der Deutsche Verband hat in den zwei Jahren seines Bestehens schon mit Erfolg eine Anzahl von Arbeiten, welche den verschiedensten Fachgruppen gemeinsam sind, behandelt. Er hat eine Anzahl von Ausschüssen eingesetzt, die zum Teil schon gewisse Arbeiten abgeschlossen, zum Teil sie noch in Behandlung haben. Insbesondere wurde er mehrfach seitens der Regierung in Fragen, welche die gesamte Technik betreffen, gutachtlich gehört. Das Reichsschatzamt z. B. erbat sich von ihm eine zusammenfassende Beurteilung des ganzen Fragenkomplexes bezüglich Vergasung der Kohle, Nebenproduktengewinnung usw. Der vom Deutschen Verband unter Führung unseres Verbandes eingesetzte Ausschuß für Energiebesteuerung, welcher sich mit der Frage der Kohlenverwertung und Kohlenbesteuerung beschäftigt hat, gab die gewünschte gutachtliche Äußerung ab.

Ebenso hat der Deutsche Verband sich gutachtlich zu der Frage des Schutzes des Ingenieurtitels an den Herrn Reichskanzler geäußert.

Der Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen hatte während des Krieges seine Arbeiten zunächst unterbrochen, hat sie aber kürzlich wieder aufgenommen und sich mit den Maßnahmen beschäftigt, welche in der Übergangszeit hinsichtlich des technischen Unterrichts vorzunehmen sind.

Im Dezember 1917 wurde unter Führung des Vereins Deutscher Ingenieure der Normenausschuß er deutschen Industrie gegründet.[1]) Daß dieser Ausschuß das ganz besondere Interesse des Verbandes haben muß, ist bei der bisherigen Tätigkeit des letzteren ohne weiteres einleuchtend. Unser Verband hat sich so eingehend mit der Normalisierung beschäftigt wie kein anderer technischer Verein. Es ist mit Freuden zu begrüßen, daß das Vorgehen der Elektrotechnik nunmehr auf dem ganzen Gebiete der Technik Anklang gefunden hat. Der Normenausschuß hat sich zur Aufgabe gestellt, die Normalisierung zu fördern und selbst die Arbeiten durchzuführen, die die gesamte Technik betreffen, während er die Arbeiten, welche ausschließlich die Sondergebiete betreffen, den Verbänden überlassen wird, die für diese Gebiete bestehen. Infolgedessen ist beabsichtigt, die gesamten Industrienormen in zwei Gruppen zu teilen, in allgemeine Normen, die vom Normenausschuß behandelt werden, und in Sondernormen, deren Behandlung den Sonderverbänden zufällt. Der Normenausschuß wird aber auch diese Sondernormen in seine Sammlung mit aufnehmen und damit ihre allgemeine Verbreitung fördern. Durch die von dem Normenausschuß geschaffene Normenprüfstelle wird weiter erreicht, daß ein Nebeneinander- und Durcheinanderarbeiten der verschiedenen Sondergruppen vermieden wird. Durch diese Festlegungen ist eine klare Scheidung der Zuständigkeit der verschiedenen Ausschüsse erreicht worden. Die Elektrotechnik kann somit die Entstehung des Normenausschusses mit besonderer Freude begrüßen, und sie wird sich an seinen Arbeiten auf das lebhafteste beteiligen.

Im Februar dieses Jahres hat im Reichswirtschaftsamt eine Sitzung stattgefunden, in welcher die Begründung des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung beschlossen worden ist. Der Ausschuß ist unter Führung des Vereins Deutscher Ingenieure in Verbindung mit dem Reichswirtschaftsamt ins Leben gerufen worden und beschäftigt sich mit der Förderung der Spezialisierung und Typisierung der gesamten Technik. Soweit die Elektrotechnik in Frage kommt, werden die Arbeiten wiederum von unserem Verbande und zwar in Gemeinschaft mit dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, der Vereinigung der Elektrizitätswerke, dem Bund der Elektrizitätsversorgungs-Unternehmungen Deutschlands, dem Verband der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland usw. durchgeführt werden. Es besteht naturgemäß ein enger Zusammenhang zwischen den Arbeiten bezüglich Normalisierung und Typisierung. Auch auf dem letzteren Gebiete ist die Elektrotechnik schon erheblich weiter vorgeschritten als die meisten anderen Zweige der Technik in Deutschland, doch gibt es auf diesem Gebiete auch für uns noch viel zu schaffen. Insbesondere in der Zeit nach dem Kriege wird es notwendig werden, die wirtschaftliche Fertigung auch in der Elektrotechnik wesentlich zu fördern.

Als es sich Ende 1916 gezeigt hatte, daß das Weiterbestehen des Jahrbuches der Elektrotechnik in Frage gestellt sei, hat der Vorstand des Verbandes beschlossen, durch eine finanzielle Unterstützung zunächst 2 weitere Jahrgänge des Jahrbuches zu sichern. Dafür wurden von der Verlagsbuchhandlung den Mitgliedern des Verbandes Vorteile im Bezugspreis sowohl dieser 2 weiteren Jahrgänge wie auch der bereits erschienenen älteren Jahrgänge zugesichert.

Am 13. XII. 1916 waren 100 Jahre verflossen seit der Geburt Werner von Siemens. Dieser Tag wurde durch eine Gedächtnisfeier die in der Technischen Hochschule Berlin in Charlottenburg abgehalten wurde, festlich begangen. Der Verband hat sich an den Vorbereitungen zur Gedächtnisfeier beteiligt.

Dem Deutschen Museum hat die deutsche Elektrotechnik unter Führung des Verbandes und unter Beteiligung der Vereinigung Deutscher Elektrizitätsfirmen und des Vereins zur Wahrung gemeinsamer Wirtschaftsinteressen der Deutschen Elektrotechnik eine Büste von Ohm zur Aufstellung im Ehrensaal gestiftet.

Auf Anregung des Elektrotechnischen Vereins wurde im November 1917 der Ausschuß für Blitzableiterbau gegründet, an welchem sich auch noch der Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, der Berliner Architekten-Verein und der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern beteiligten. Der Zweck dieses Ausschusses ist folgender:

1. Aufstellung von Bauvorschriften für die Errichtung von Gebäudeblitzableitern auf Grund der Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz und der dazugehörigen Ausführungsvorschläge.
2. Verbreitung der Kenntnis von der Wirksamkeit des Blitzableiters und von den an einen solchen zu stellenden Anforderungen.
3. Förderung des Blitzableiterbaues, insbesondere bei ländlichen Gebäuden.

Die Kommissionen des Verbandes hatten bei Ausbruch des Krieges ihre Tätigkeit ganz eingestellt und sie erst wieder aufgenommen, als es sich darum handelte, die Frage der Ersatzstoffe zu bearbeiten, d. h. also Kriegsarbeit zu tun. Das ist im allgemeinen bisher auch so geblieben. Im vorigen Jahre begann jedoch zunächst die Lichtkommission wiederum ihre normale Tätigkeit aufzunehmen. Sie beschäftigte sich mit der Bewertung von Lichtquellen nach dem Vorschlage der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft. Sie hat allerdings ihre Arbeiten bisher noch nicht abschließen können, so daß sie bestimmte Vorschläge zunächst nicht macht. Die Schwachstrom-Kommission begann dann ebenfalls ihre Arbeiten aufzunehmen, u. zw. leitete sie dieselben mit der Normalisierung verschiedener Einzelteile und mit der Aufstellung schematischer Darstellungen ein. Auch diese Arbeiten haben einen bestimmten Abschluß noch nicht gefunden, werden aber in kurzer Zeit wohl zu Ergebnissen führen, die dann der Öffentlichkeit bekannt gegeben werden sollen. Die Maschinennormalien-Kommission und die Draht- und Kabel-Kommission beschäftigen sich z. Zt. noch mit der Normalisierung der Drähte u. zw. im Einvernehmen mit dem Normenausschuß der deutschen Industrie. Bei der Maschinennormalien-Kommission war zunächst beantragt worden, Runddrähte für den Bau von elektrischen Maschinen zu vereinheitlichen. Die Kommission hatte ihre Arbeiten beinahe abgeschlossen, als der Normenausschuß der deutschen Industrie gegründet wurde, und man entschloß sich, die Arbeiten an diesen Ausschuß weiterzuleiten, da man es für zweckmäßig hielt, nicht nur die Runddrähte, die für den Dynamobau angefertigt wurden, sondern auch Flachdrähte aus Kupfer wie auch Rund- und Flachdrähte aus anderen Metallen zu normalisieren. Es entstand aus dieser Anregung beim Normenausschuß, der Unterausschuß für gezogenes Material, der im weitmöglichsten Maße die vorhandenen Fragen klären wird. Dies geschieht naturgemäß unter starker Anteilnahme des Verbandes an diesen Arbeiten.

Ich gehe nunmehr dazu über, Ihnen einen Bericht über die mit dem Kriege in Zusammenhang stehenden Arbeiten der Kommissionen des Verbandes zu geben. Auf der letzten Jahresversammlung in Frankfurt a. Main wurde die Kommission für Schwachstromanlagen beauftragt, Normalien für Taschenlampenbatterien aufzustellen. Diese Arbeit wurde in Gemeinschaft mit dem Verbande der Fabrikanten von Taschenlampenbatterien in Deutschland, e. V., durchgeführt und schon wenige Monate nach der Jahresversammlung konnte das Ergebnis unter der Bezeichnung „Normalien für dreiteilige Taschenlampenbatterien" in der „ETZ" bekanntgegeben werden.

Die anderen Kommissionen, die schon in den vorhergehenden Kriegsjahren sich eifrig mit der Frage der Ersatzstoffe und mit der Frage der etwa notwendigen Abänderung der bestehenden Vorschriften beschäftigt hatten, führten ihre Arbeiten während der ganzen dazwischen liegenden Zeit fort.

Die Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften beschäftigte sich mit der Frage der Ausführung von Rohrinstallationen und mit den Änderungen, die bezüglich des Baues von Freileitungen an den Normalien für Freileitungen notwendig wurden.

Die Draht- und Kabel-Kommission war gezwungen, an den früher schon aufgestellten neuen Normalien über Ersatzleitungen aus Zink, Eisen und Aluminium mehrfach Änderungen, welche der jeweiligen Lage des Rohstoffmarktes entsprachen, vorzunehmen. Sie führte ferner eine Kennzeichnung der den Kriegsnormalien entsprechenden Leitungen durch Einführung eines besonderen Papierbandes durch. Sie änderte die Wandstärken bei den Bleikabeln und hat das Merkblatt über Zink durch mehrfache Änderungen den jeweiligen Verhältnissen entsprechend auf dem laufenden erhalten. Vor wenigen Tagen hat die Kommission noch eine neue Sorte von Leitungen, nämlich die Leitungen mit imprägnierter Papierisolierung geschaffen, deren Bauart demnächst bekanntgegeben werden wird.

Die Kommissionen für Installationsmaterial und Schaltapparate haben in gemeinsamer Arbeit die Bestimmungen über die Anwendung von Ersatzstoffen geregelt.

Die Maschinennormalien-Kommission hat ihre früher schon aufgestellten Normalien für die Ver-

[1]) Vgl. auch S. 333 dieses Heftes.

Digitized by Google

wendung von Ersatzmetallen bei Maschinen und Transformatoren der jeweiligen Lage der in Frage kommenden Rohstoffe angepaßt und bezüglich der Maschinen vor einigen Wochen, bezüglich der Transformatoren vor wenigen Tagen einen Beschluß dahin gefaßt, daß Zink in Zukunft durch Aluminium ersetzt werden wird. Auch bezüglich der Verwendung von Baumwolle, Papierisolierung usw. wurden Bestimmungen getroffen.

Die Kommission für Elektrizitätszähler hat die Verwendung von Ersatzmetallen bei Elektrizitätszählern geregelt und ist hierbei in dankenswerter Weise von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt sehr unterstützt worden. Auch die Verwendung von Ersatzmetallen bei Meßwandlern wurde in die Arbeiten einbezogen.

Von dem Ausschuß für Blitzableiterbau wurden „Richtlinien über Herstellung und Auswechselung von Blitzableitern für die Dauer der Kriegsverhältnisse" bearbeitet. Hierdurch wurden Anhaltspunkte für die Herstellung von Blitzableitern aus Ersatzmaterial gegeben, die trotzdem in einfacher, billiger und dauerhafter Weise den Gebäuden einen guten Blitzschutz gewähren.

Die verschiedenen Arbeiten über Ersatzausführungen in der Elektrotechnik sind in einer besonderen Tabelle zusammengestellt worden, um dadurch den Überblick zu erleichtern und jeden Beteiligten in den Stand zu setzen, die in Frage kommenden Bestimmungen sofort leicht zu finden. Außerdem wurden von Zeit zu Zeit Gesamtausgaben aller Ausnahmebestimmungen während des Krieges herausgegeben. Bisher sind 4 Auflagen erschienen und in kurzer Zeit wird die 5. Auflage herauskommen, damit die in den letzten Monaten vorgenommenen Änderungen wiederum berücksichtigt werden können.

Die Kriegs-Rohstoff-Abteilung hat dem Verband in dankenswerter Weise eine Vertretung im Mineralöl-Beirat der Kriegs-Schmieröl-Gesellschaft eingeräumt. Herr Dr. Stern hat die Tätigkeit als Vertreter des Verbandes in diesem Beirat freundlicherweise übernommen.

Die in Frankfurt von der Elektrotechnischen Gesellschaft anläßlich der Jahresversammlung durchgeführte, von allen Beteiligten als vorzüglich gelungen und in ihrer Übersichtlichkeit geradezu als Muster zu bezeichnende Ausstellung der Ersatzstoffe in der Elektrotechnik hat Veranlassung gegeben, daß auch andere Zweige der Technik ähnliche vorübergehende Ausstellungen veranstalteten, die dann alle zusammen zu einer dauernden Ausstellung, die in Berlin in den Ausstellungshallen des Zoologischen Gartens untergebracht worden ist, eingerichtet wurden. Die letztere entstand durch gemeinsame Arbeit des Vereins Deutscher Ingenieure, des Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten und unseres Verbandes, im Verein mit der Metallfreigabestelle, die die Führung und die Erledigung der laufenden Arbeiten weiterhin übernommen hat.

Bei der Unterbringung von Zivildienstpflichtigen hat der Verband sich dem Kriegsamt zur Verfügung gestellt und Meldungen Zivildienstpflichtiger sowie Anforderungen von Fabrikanten entgegengenommen und einen Ausgleich herbeigeführt. Er hat sich ferner dem auf Veranlassung des Kriegsamtes gebildeten Kriegsausschuß der technischen Verbände angeschlossen und ist bei der Ernennung der Vertrauensmänner und Obmänner für die verschiedenen Armeekorps mit beteiligt gewesen.

Auf Wunsch des Kriegsamtes hat der Verband ein „Merkblatt betr. Herstellung von Aluminiumverbindungen (Löt- und Schweißverfahren, Klemmen, Verschrauben und Vernieten)" ausgearbeitet und dem Kriegsamt zur Verteilung an die Industrie zur Verfügung gestellt.

Bei der Zeichnung der 4. bis 8. Kriegsanleihe hat der Verband sich nach besten Kräften beteiligt, ebenso wie er dies früher schon bei der 1. bis 3. Kriegsanleihe getan hat.

An seine im Felde stehenden Mitglieder des Ausschusses und der Kommissionen hat er auch während der letzten 2 Jahre von Zeit zu Zeit Liebesgaben abgesandt, trotzdem die Schwierigkeiten nach dieser Richtung hin in letzter Zeit ja besonders groß geworden sind. Es ist aber immer noch möglich gewesen, unseren im Felde stehenden Kollegen, welche während des Friedens dem Verbande gern ihre Zeit zu den Arbeiten des Ausschusses und der Kommissionen zur Verfügung gestellt haben, hin und wieder eine Freude zu machen, und es ist beabsichtigt, dies auch weiterhin zu tun. Damit auch diese Mitglieder, die an der Teilnahme an der Jahresversammlung ja durch den Dienst verhindert sind, den 25. Geburtstag des Verbandes mit feiern können, ist vor kurzem eine besondere Sendung, die voraussichtlich heute in ihrem Besitz sein wird, abgegangen.

Die gleich nach Kriegsausbruch gegründete Kriegshilfskasse hat während der ganzen Dauer des Krieges ihre Wirksamkeit entfalten können. Wie ich Ihnen in Frankfurt berichtete, hat die erste Sammlung einen Betrag von rd 35 000 M ergeben. Als dieser kürzlich dem Ende entgegenging, wurde durch eine neue Aufforderung zur Einsendung von Beiträgen in kurzer Zeit wiederum einen Betrag von 18 000 M aufgebracht, so daß die Hilfskasse nun wieder für längere Zeit in der Lage ist, allen begründeten Anforderungen gerecht zu werden.

Wie ich Ihnen bereits vor 2 Jahren berichtete, wurde ich vom Reichsamt des Innern im Februar 1915 als Vertrauensmann für die Ausfuhr in der Elektrotechnik bestellt und übernahm die Bildung der Zentralstelle für die Ausfuhrbewilligungen in der Elektrotechnik. Die Arbeiten sind seit dieser Zeit ununterbrochen durchgeführt worden und haben bis jetzt zur Erledigung von etwas über 100 000 Ausfuhranträgen geführt. Nachdem ich anfangs die Arbeiten selbst ganz durchgeführt habe, wurde ich, als ich noch weitere Kriegstätigkeit übernehmen mußte, gezwungen, einen Teile dieser Arbeit abzugeben. Sie wurde von dem Oberingenieur des Verbandes, Herrn Viktor Zimmermann, übernommen, auf den ich allmählich immer mehr übertragen mußte, so daß er jetzt die Arbeiten fast ganz durchführt und infolgedessen auch von dem Reichskommissar für Aus- und Einfuhrbewilligungen offiziell zu meinem Vertreter bestellt worden ist.

Die von mir im August 1915 begründete Verteilungsstelle für elektrische Maschinen des Kriegsministeriums wurde im Januar 1917 an das Wumba abgegeben, und ich legte die Leitung derselben nieder, um die Leitung der Geschäftsstelle des Beirates der Elektrizitätswirtschaftsstelle zu übernehmen. Die Elektrizitätswirtschaftsstelle hat den Auftrag bekommen, die Leistungsfähigkeit der Elektrizitätswerke im Interesse der Rüstungsindustrie zu erhalten. Es war notwendig, die diesbezüglichen Erweiterungsbauten einer Prüfung zu unterziehen und den Werken für die als notwendig erkannten Arbeiten die Sparstoffe usw. zu beschaffen. Sie erhielt einen Beirat unter Vorsitz des derzeitigen Vorsitzenden des Verbandes, Herrn Prof. Dr. Klingenberg. Die Elektrizitätswirtschaftsstelle hat Anfang Februar 1917 ihre sehr umfangreiche Tätigkeit aufgenommen, und ich selbst habe die Leitung der Geschäftsstelle seit dieser Zeit inne.

Seit Oktober vorigen Jahres leite ich außerdem noch die Abteilung Elektrizität des Reichskommissars für die Kohlenverteilung, zu dessen Vertreter ich bestellt bin.

Zum Schluß will ich Ihnen noch über die Finanzlage des Verbandes berichten. Schon in Frankfurt konnte ich Ihnen über die Abschlüsse der Geschäftsjahre 1914/15 angenehme Mitteilungen machen. Die günstige Entwicklung hat weiter angehalten. Am Schluß des Geschäftsjahres 1915 hat unser Vermögen 308 900,64 M betragen. Am Schlusse des Jahres 1917 war es auf 348 536,18 Mark und am Schlusse des Jahres 1917 auf 403 246,21 M gestiegen. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß nunmehr die Wertpapiere beim Abschluß des Jahres 1916 mit den amtlich festgestellten Kursen eingesezt worden sind, so daß der in den vorhergehenden 2 Jahren eingetretene Kursverlust bei der Bilanz 1916 bereits berücksichtigt ist. Am Ende des Jahres 1917 waren die Kurse unserer Wertpapiere fast durchweg etwas höher. Es ist nun beim Abschluß nicht der diesen Kursen entsprechende Betrag eingesetzt worden, sondern der gleiche Kurs wie am Ende 1916, um etwaigen in nächster Zeit eintretenden Kursschwankungen gegenüber gesicherter dazustehen.

Vorsitzender: Wird das Wort zu dem Bericht gewünscht? Wenn das nicht der Fall ist, kann ich Herrn Dettmar den Dank aussprechen.

Herr **Dettmar**: Der Abschluß der Bücher für die Jahre 1916 und 1917 ist zur Einsichtnahme hier auf dem Tische ausgelegt. Er ist von dem Bücherrevisor und den Kassenrevisoren unterschrieben, und es ist üblich, daß einer der Herren Kassenrevisoren darüber berichtet.

Herr **Levy**: Wir haben die Kasse des Verbandes geprüft, auch den Abschluß kontrolliert, und der Bücherrevisor hat die Bücher und Kasse einer genauen Revision unterzogen. Herr Direktor Schröder und ich habe alles in bester Ordnung gefunden und beantragen die Entlastung auszusprechen.

Vorsitzender: Ist die Versammlung damit einverstanden? Ich stelle das fest. Es sind nun noch die Kassenrevisoren für das nächste Jahr zu wählen. Wir schlagen vor, daß Herr Dr. Max Levy und Herr Direktor Schröder wiedergewählt werden. Sind Sie damit einverstanden? Das ist der Fall.

Herr **Dettmar:** Ich habe noch einige kleine geschäftliche Mitteilungen. Es ist üblich, daß wir über jede Jahresversammlung einen besonderen Bericht herausgeben. Das ist auch in diesem Jahre wieder beabsichtigt, und es wird zur rechten Zeit eine Mitteilung in der „ETZ" erscheinen, wann der Bericht zu haben ist. Ich stelle anheim, daß die Herren, die einen Sonderdruck wünschen, die Bestellung aufgeben. Weiter möchte ich nochmals für die Herren, die später gekommen sind, auf den Ausflug hinweisen und mitteilen, daß es noch möglich ist, einige Plätze auszugeben.

Gewinn- und Verlustkonto 1917.

	Mark	Mark		Mark	Mark
An 7 Schuldner:			**An 6 Gläubiger:**		
Gehaltkonto	43 380,20		Zeitschriftkonto	4 593,92	
Tantiemekonto	483,81		Drucksachenkonto	12 838,47	
Bureauunkostenkonto	6 679,14		Mitgliederbeitragskonto	56 360,25	
Mietskonto	3 100,—		Gutachtenkonto	1 000,—	
Archivkonto	3 251,39		Diverse Einnahmen- u. Ausgabenkonto	22 031,25	
Kommissionsmitglieder-Reisekonto	1 206,20		Zinsenkonto	17 061,88	
Effektenkonto, Kursverlust auf verk. Reichsanl.	1 075,—				113 885,77
		59 175,74			
Saldo Reingewinn		54 710,03			
		113 885,77			113 885,77

Aktiva und Passiva des Verbandes Deutscher Elektrotechniker e. V. am 31. Dezember 1917.

		Mark	Mark			Mark	Mark
	A. Aktiva.				**B. Passiva.**		
1.	Effekten		391 608,—	1.	Gläubiger		38 541,40
2.	Kassa		671,32		Saldo		403 246,21
3.	Bankguthaben		30 866,47				
4.	Außenstände		18 641,82				
			441 787,61				441 787,61

Vorstehende Bilanz nebst Gewinn- und Verlustkonto haben wir auf Grund der ordnungsmäßig geführten Geschäftsbücher des Verbandes Deutscher Elektrotechniker e. V. zu Berlin und der uns vorgelegten Belege geprüft und richtig befunden.

Berlin, den 25. Mai 1918. Dr. Max Levy. L. Schröder. Paul Reiß, Bücherrevisor.

Digitized by Google

Es sind bis jetzt 37 Teilnehmer gemeldet und es dürfen bis zu 50 Teilnehmern sein. Falls die Herren noch den Wunsch haben, teilzunehmen, können sie sich in der Geschäftsstelle eintragen.

Vorsitzender: Es liegt weiter nichts vor, dann schließe ich die Sitzung.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Hochschulnachrichten. Die an der Technischen Hochschule in Stuttgart neu errichtete ordentliche Professur für physikalische und Elektrochemie wurde dem außerordentlichen Professor Dr. Grube daselbst übertragen.

Auszeichnungen. Die Technische Hochschule zu Karlsruhe hat den Direktor der Elektrizitäts-A. G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg und der Continentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen in Nürnberg, Herrn Geheimen Kommerzienrat Dr. phil. e. h. Oskar v. Petri, die Würde eines Dr.-Ing. e. h. verliehen.

F. Ross †.

Am 5. März starb unser Mitarbeiter, Herr Ingenieur Friedrich Ross, Wien, im Alter von 68 Jahren. Er war geboren in Altona, studierte in Karlsruhe und wandte sich, angeregt durch die Wiener Weltausstellung des Jahres 1873, der Elektrotechnik zu. Einer seiner Lehrmeister war der bekannte Altmeister Gramme, in dessen Pariser Firma er eine Zeitlang tätig war. Später war er Teilhaber der Firma Brückner, Ross & Co. in Wien, und dann der Vertreter der Firma Ganz & Co. In den Jahren 1890 bis 1894 leitete er die elektrotechnische Fabrik des „Helios" in Köln und war seit 1894 in Wien als Zivilingenieur tätig. In dem Elektrotechnischen Verein, Wien, hat sich Ross sehr erfolgreich betätigt und insbesondere die Schaffung von Sicherheitsvorschriften angeregt, auch die Gründung der Vereinigung österreichisch-ungarischer Elektrizitätswerke ist ihm zu danken.

H. Schomburg †.

Der langjährige Direktor der H. Schomburg & Söhne A. G., Hermann Schomburg, ist plötzlich am 11. August verstorben. Als Sohn des Begründers der bekannten Porzellanfabrik hat er mehrere Jahrzehnte die Fabrik Margarethenhütte geleitet und es verstanden, gerade in diesen für die Entwicklung der Hochspannungstechnik wichtigen Jahren mit dem ihm unterstellten Werk Schritt zu halten. So wurde in seiner Fabrik das erste moderne Hochspannungsprüffeld für Porzellanisolatoren eingerichtet. Seit einigen Jahren hatte er sich in den Ruhestand zurückgezogen. Seine gediegene Fachkenntnis und sein liebenswürdiges Wesen sichern ihm in weiten Kreisen ein dauerndes Andenken.

LITERATUR.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Benzin, Benzinersatzstoffe und Mineralschmiermittel. Ihre Untersuchung, Beurteilung und Verwendung. Von Prof. Dr. J. Formánek. Mit 18 Abb. VII und 259 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 12 M.

Die Elektrostahlöfen. Von E. Fr. Russ. Mit 152 Abb. VII und 198 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 12 M.

Fabrikbeleuchtung. Ein Leitfaden der Arbeitsstättenbeleuchtung für Architekten, Fabrikanten, Gewerbehygieniker, Ingenieure und Installateure. Von Dr.-Ing. N. A. Halbertsma. Mit 122 Abb. VII und 201 S. in 8°. Oldenbourgs Technische Handbibliothek, Bd. 21. Verlag von R. Oldenbourg. München und Berlin 1918. Preis geb. 12 M.

Wärme — Kraft — Licht. Eine dringend notwendige Reform. Tatsachen, Beurteilungen, Probleme und Anregungen aus dem Gebiete der Erzeugung und Verwendung von Wärme, Kraft und Licht. Von Dr. W. A. Dyes. VI und 81 S. in 8°. Verlag von Carl Heymann. Berlin 1918. Preis 3,60 M.

Lehrbuch der Physik. Von Prof. O. D. Chwolson. 2. verb. u. verm. Auflage. 1. Bd., 1. Abtl. Mechanik und Meßmethoden. Herausgegeben von Prof. G. Schmidt. Mit 188 Abb. XII und 384 S. in 8°. Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Braunschweig 1918. Preis geb. 14,40 M.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Felten & Guilleaume Carlswerk A. G., Köln-Mülheim[1]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen der Rohgewinn 22,539 Mill. M (16,626 i.V.), Generalunkosten 2,661 Mill. M (2,147 i.V.), Steuern 1,672 Mill. M (0,943 i.V.). Zinsen 0,983 Mill. M (1,008 i.V.), Kriegsunterstützungen 2,328 Mill. M (1,497 i.V.), Abschreibungen 4,876 Mill. M (3.121 i.V.). Der Reingewinn einschl. Vortrag stellt sich auf 10,381 Mill. M (8,309 i.V.). Hiervon werden 15% Dividende (12 i.V.) auf 60 Mill. M gezahlt, für Talonsteuer 64 000 M (65 000 i.V.) bereitgestellt, 0,2 Mill. M (0,160 i.V.) für Gratifikationen verwendet, 0,667 Mill. M (0,467 i.V.) dem Aufsichtsrat zugewiesen und 0,450 Mill. M (0,417 i.V.) vorgetragen. In der mit 130,075 Mill. M (117,420 i.V.) abschließenden Bilanz sind bewertet Grundstücke und Gebäude mit 12,189 Mill. M (11,660 i.V.), Kriegseinrichtungen mit 1,008 Mill. M (0,471 i.V.), Beteiligungen mit 39,249 Mill. M (33,316 i.V.), Hypotheken mit 0,178 Mill. M (0,176 i.V.), Warenbestände mit 12,925 Mill. M (13,644 i.V.), Kasse und Wechsel mit 0,161 Mill. M (0,142 i.V.). Schuldnern einschl. Kautionen mit 64,365 Mill. M (55,661 i.V.) stehen Gläubiger einschl. Kautionen mit 26,585 Mill. M (15,917 i.V.) gegenüber. —z.

Elektra, A. G., Dresden[2]). Nach dem Bericht über das am 31. III. 1918 abgelaufene 20. Geschäftsjahr betrugen die Gewinne aus eigenen Betrieben 0,140 Mill. M (0,089 i.V.), aus Wertpapieren, Beteiligungen usw. 0,211 Mill. M (0,183 i.V.), allgemeine Unkosten und Steuern erforderten 97 518 M (90 209 i.V.), Zinsen 0,220 Mill. M (0,219 i.V.), Abschreibungen und Minderbewertung von Wertpapieren 0,278 Mill. M (0,080 i.V.). Zum Ausgleich wurden den Reservefonds 0,245 Mill. M (0,136 i.V.) entnommen. In der mit 10,068 Mill. M (10,006 i.V.) abschließenden Bilanz stehen eigene Betriebe mit 3,263 Mill. M (3,262 i.V.), Wertpapiere und Beteiligungen mit 6,508 Mill. M (6,478 i.V.), Waren und Materialien mit 0,111 Mill. M (0,116 i.V.) zu Buch. Schuldnern mit 0,141 Mill. M (0,117 i.V.) stehen Gläubiger mit 2,135 Mill. M (2,126 i.V.) gegenüber. —z.

Dr. Paul Meyer A. G., Berlin[3]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen der Fabrikationsgewinn 0,921 Mill. M (0,892 i.V.), die Gesamteinnahmen 0,948 Mill. M (0,922 i.V.), die Handlungsunkosten 0,309 Mill. M (0,274 i.V.), Abschreibungen 0,177 Mill. M (0,274 i.V.), und es ergibt sich ein Reingewinn nebst Vortrag von 0,485 Mill. M (0,397 i.V.). Von diesem werden 10% Dividende ($7^1/_2$ i.V.) auf 3,5 Mill. M gezahlt, Vorstand und Aufsichtsrat erhalten 0,053 Mill. M (0,036 i.V.), für Kriegswohlfahrtszwecke werden 30 000 M gestiftet (10 000 i.V.) und 30 495 M vorgetragen. In der mit 9,628 Mill. M (6,154 i.V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch Grundstücke und Gebäude mit 1,517 Mill. M (1,189 i.V.), Fabrik- und Betriebseinrichtungen, Schutzrechte, Modelle, Inventar mit 0,415 Mill. M (0,579 i.V.), Kasse mit 34 215 M (18 935 i.V.), Wertpapiere mit 1,960 Mill. M (1,140 i.V.), Warenbestände mit 4,269 Mill. M (2,283 i.V.). Schuldnern einschl. Bankguthaben mit 1,430 Mill. M (0,942 i.V.) stehen gegenüber Gläubiger einschl. Anzahlungen und Kriegsgewinnrücklage mit 4,300 Mill. M (1,193 i.V.). —z.

Hartmann & Braun A. G., Frankfurt a. M.[4]) Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen der Fabrikationsgewinn 3,457 Mill. M (2,743 i.V.), die Gesamteinnahmen 3,515 Mill. M (2,778 i.V.), allgemeine Unkosten 1,752 Mill. M (1,193 i.V.), Zinsen 48 500 M (49 500 i.V.), Abschreibungen 0,617 Mill. M (0,519 i.V.), Zuweisungen für gemeinnützige Zwecke 0,120 Mill. M (0,110 i.V.), und es ergibt sich ein Reingewinn einschl. Vortrag von 1,030 Mill. M (0,987 i.V.). Hiervon werden 15% Dividende auf 2,1 Mill. M Aktien verteilt (14% auf 1,7 Mill. M i.V.), 0,128 Mill. M (0,107 i.V.) dem Aufsichtsrat überwiesen, 0,125 Mill. M (0,05 i.V.) für Wohlfahrtszwecke, 0,100 Mill. M (0,200 i.V.) für Übergangswirtschaft und 0,300 Mill. M für Schaffung neuer Aktien (0,340 i.V.) bereitgestellt; 62 020 M werden auf neue Rechnung vorgetragen (52 002 i.V.). In der mit 10,337 Mill. M (8,455 i.V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch Grundstücke und Gebäude mit 1,781 Mill. M (1,891 i.V.), Kasse, Bankguthaben, Wertpapiere, Wechsel mit 3,181 Mill. M (2.085 i.V.), Beteiligungen mit 0,404 Mill. M (0,423 i.V.), Rohstoffe und Waren mit 2,187 Mill. M (2,035 i.V.). Schuldnern mit 2,550 Mill. M (1,680 i.V.) stehen gegenüber Gläubiger mit 2,960 Mill. M (1,829 i.V.). —z.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 432.
[2]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1917, S. 532.
[3]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 380.
[4]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 452.

Arbeitsmarkt.

Juni 1918.[1]) Die Fabriken von Dynamomaschinen, Elektromotoren und Transformatoren waren voll beschäftigt und hatten noch mehr zu tun als im Vormonat und um die gleiche Zeit des Vorjahres. Die Lieferung für Privataufträge ist durch Warenknappheit erschwert. Die Lohnerhöhungen schreiten weiter fort. In einigen Betrieben wird mit Wechselschichten gearbeitet, doch werden die Nachtschichten tunlichst eingeschränkt. Auch die Betriebe zur Herstellung elektrotechnischer Apparate hatten ausreichende Beschäftigung. Dasselbe gilt für Fernsprech- und Telegraphenapparate. Die Nachtschichten werden auch hier stark eingeschränkt. Günstig lauten auch im allgemeinen die Berichte aus der Industrie für Errichtung elektrischer Anlagen sowie die der Kabelwerke und Fabriken zur Herstellung von Isoliermaterial, die z. T. eine Verbesserung gegenüber dem Vormonat und der gleichen Zeit des Vorjahres zu verzeichnen haben. Lohnerhöhungen, vor allem für weibliche Arbeiter, haben wiederholt stattgefunden. Zahlreiche Betriebe haben infolge erhöhter Aufträge in Tag- und Nachtschichten arbeiten lassen.

23 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. Juli 1918 34 048 männliche (−2,1% g.Vm.) und 44 751 weibliche (−0,9% g.Vm.) Pflichtmitglieder. 20 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende Juni 1918 mit insgesamt 15 624 (+ 573 bzw. + 3,8% g.Vj.)[2]) an, die Zahl der Männer ist um 524 auf 8300 gestiegen, die der Frauen hat um 49 zugenommen. Angaben von 20 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 15 624 Beschäftigte (− 19 bzw. − 0,1% g.Vm.),[3]) darunter 8300 Männer (− 22); die Zahl der Frauen stieg um 3. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 418 Arbeitsgesuche vor, d. s. 44,2% der 947 angemeldeten offenen Stellen (47,5% von 998 i.Vm.; 38,3% von 1234 i.Vj.)[4]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 289. Auf Preußen entfallen 248 Arbeitsgesuche, d. s. 46,8% von 530 Arbeitsgelegenheiten (46,5% von 595 i.Vm.; 38,2% von 752 i.Vj.); 160 Stellen kamen hier zur Besetzung.

Firmenverzeichnis.

Huth, Gesellschaft für Nachrichtengerät m. b. H., Berlin-Schöneberg. Gegenstand: Gewerbliche Verwertung von Erfindungen, insbesondere der Erfindungen des Gesellschafters Dr. Huth auf dem Gebiet der Nachrichtenübermittlung, Beteiligung an gleichartigen Unternehmungen. Stammkapital 208 000 M; Geschäftsführer: Dr. E. F. Huth.

Fernsprech- und Signal-Baugesellschaft m. b. H., Hagen i. W. So lautet die bisherige Firma Engel & Co., G. m. b. H., Elberfeld. Der Sitz der Gesellschaft ist von Elberfeld nach Hagen verlegt und die Hauptniederlassung in Elberfeld in eine Zweigniederlassung verwandelt worden.

Elektrizitätswerk und Überlandzentrale Krakow, Egon Hundeiker, Krakow i. M. So lautet jetzt die frühere Firma Elektrizitätswerk und Überlandzentrale Krakow i. M., Rening & Hundeiker.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Langwasser (Haftsumme: 400 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 10). — Elektrizitätsgenossenschaft m. ub. H., Steinberg (Kr. Goldberg-Haynau).

[1]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 7. Bericht über Mai vgl. „ETZ" 1918, S. 800.
[2]) Bei 324 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 9,8% bei 84 der Maschinenindustrie + 5,2% g. Vj.
[3]) Bei 322 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 0,3% bei 84 der Maschinenindustrie − 0,9% g. Vm.
[4]) Für alle Fächer bei Männern 53% (59 i. Vm.; 46,9 i. Vj.), bei Frauen 83% (85 i. Vm.; 85,9 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.

Abschluß des Heftes: 17. August 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. O. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 29. August 1918.** **Heft 35.**

Unterdrückung des aussetzenden Erdschlusses durch Nullwiderstände und Funkenableiter.[1])

Von **W. Petersen**, Darmstadt.

Übersicht. Die beim Verlöschen des Erdschluß-Lichtbogens abgetrennten Gleichspannungsladungen sind die Ursache für die Rückzündungen des Erdschluß-Lichtbogens. Ihre hinreichend rasche Ableitung verhindert die Rückzündungen unter beträchtlichen Überspannungen und läßt die ganzen Erscheinungen des aussetzenden Erdschlusses überhaupt nicht zur Entwicklung kommen. Die wichtigsten Mittel zur Ableitung sind: der im Nullpunkt des Netzes angeschlossene Nullwiderstand und die Funkenableiter mit Dämpfungswiderständen, deren Größe in bestimmtem Verhältnis zu der Kapazität des Netzes stehen muß.

I. Einleitung.

Obwohl der intermittierende Erdschluß der bei weitem wichtigste Überspannungserreger ist, blieb die Klärung seiner Ursachen erst der jüngsten Vergangenheit vorbehalten. Die Erdschlußsicherung unserer Hochspannungsanlagen war entweder Erfahrungs- oder Zufallssache. Neben gesicherten Netzen finden wir solche mit unzureichendem Schutz oder Anlagen, die nur gegen einen Teil der Folgen des aussetzenden Erdschlusses, nämlich gegen dessen Sprungspannungen gesichert sind.

Der Gewinn, den das Suchen nach einer nicht an der Oberfläche haftenden Erklärung gebracht hat, rechtfertigt wie selten eine ähnliche Erkenntnis die theoretische Vertiefung in technische Aufgaben. Die Aufdeckung der Überspannungsursache erbrachte den Nachweis der Richtigkeit langjähriger praktischer Erfahrungen, machte das Kampfmittel der straffen Rechnung zugänglich und erschloß neue Wege.

Das wichtigste Ergebnis der Untersuchung des aussetzenden Erdschlusses dürfte die Feststellung der beim Verlöschen des Erdschluß-Lichtbogens abgetrennten Gleichspannungsladungen sein. Die hohe Gleichspannung, welche das ganze Netz nach dem Verlöschen gegen Erde annimmt, ist die Ursache der Rückzündungen und hiermit der Überspannungen des aussetzenden Erdschlusses. Der technisch richtige Überspannungsschutz soll nicht etwa entstandene Überspannungen ableiten und die Anlage gegen diese Überspannungen schützen, sondern er hat die Aufgabe, die Überspannungen in ihrer Entstehung zu unterdrücken. Soll das Übel an der Wurzel gepackt werden, so muß für eine rasche Beseitigung der abgetrennten Ladungen gesorgt werden.

Für ihre Ableitung kommen 4 Mittel in Frage:

- der Funkenableiter mit Dämpfungswiderstand,
- dauernd eingebaute Ohmsche Widerstände zwischen den Phasen und Erde,
- Ohmsche Widerstände zwischen den Generatoren- oder Transformatoren-Nullpunkten und Erde,
- und schließlich als letztes die Erdschlußspule.

[1]) Die Arbeit schließt sich an den Aufsatz über den aussetzenden Erdschluß „ETZ" 1917, S. 553, 564 an. Eine hierauf folgende Arbeit über die Erdschlußspule bildet den Abschluß dieser Aufsatzreihe. Sie enthält eine weitere, vollkommenere Lösung der Erdschlußfrage.

II. Erdung des Nullpunktes über Widerstände.

Die Erdung des Nullpunktes über induktionsfreie Widerstände ist von den ersten drei das technisch vollkommenste. Es kommt zur Wirkung, ohne daß erst eine Überspannung die Funkenstrecke des Funkenableiters durchbrechen muß, und ohne daß Leistungsverluste wie bei der dauernden Erdung der einzelnen Phasen mit in Kauf zu nehmen sind. Die Höhe des Nullpunktwiderstandes wird nach unten durch die Vergrößerung des Erdschlußstromes und nach oben durch die kleinstzulässige Geschwindigkeit der Ableitung begrenzt. Zu hohe Nullpunktwiderstände verzögern die Entladung so sehr, daß ihre Schutzwirkung ausbleibt.

Die erste Rückzündung nach dem Verlöschen des Erdschluß-Lichtbogens ist spätestens nach Ablauf einer Halbperiode zu erwarten (vgl. „ETZ" 1917, S. 553, Abb. 2). In diesem kurzen Zeitabschnitt muß der Nullwiderstand die Gleichspannung des Netzes bis auf einen unschädlichen Restbetrag absenken können, so daß Rest-Gleichspannung und Phasenspannung vereinigt nicht mehr zur Rückzündung ausreichen.

Um einen Einblick in die Entladung zu gewinnen, gehen wir von einem Nullwiderstand R_0 aus, der im Erdschluß unter der Phasenspannung den gleichen Strom wie den Erdschlußstrom J_e aufnimmt. Da der Erdschlußstrom[1]) eines Netzes

$$J_e = E_p \Sigma m K_{11} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

ist, wird

$$R_0 = \frac{1}{\Sigma m K_{11}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

Das Netz darf hinsichtlich der abgeschnittenen Gleichspannungsladung wie eine unter Gleichspannung stehende Kapazität $C = \Sigma K_{11}$ betrachtet werden.

Unter praktischen Bedingungen verläuft die Entladung aperiodisch, u. zw. ist die Dämpfung so hoch, daß die Induktivität der Transformatoren oder Maschinen, an deren Nullpunkt R_0 angeschlossen ist, vernachlässigt und der Verlauf der Entladung durch die Gleichung

$$v_0 = V_{gl}\, e^{-\frac{1}{R_0 \Sigma K_{11}} t} \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

beschrieben werden darf.)

Gl. (2) in Gl. (3) eingeführt, gibt

$$v_0 = V_{gl}\, e^{-m t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

Der im Erdschluß unter dem Einfluß der Phasenspannung auftretende Strom

$$J_0 = \frac{E_p}{R_0}$$

findet seinen Rückschluß über den Erdschlußpunkt. Er setzt sich mit dem kapazitiven Strom J_e im Dreieck zusammen, erhöht den Erdschlußstrom auf

$$J = \sqrt{J_e^2 + J_0^2}$$

und verschiebt die Phasenlage des Erdschlußstromes. Unter der Bedingung der Gl. (2) wird der neue Erdschlußstrom $J = J_e \sqrt{2}$ aus der 90°-Lage des Stromes J_e in die 45°-Lage verschoben.

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 493, 512.

Er verlischt ebenso leicht wie ein rein wattlos voreilender Strom, aber im Gegensatz zu diesem bei einer kleineren Spannung, bei 0,707 E_{pm}. Der Nullwiderstand hat als Erstes ein Kleinerwerden der abgetrennten Gleichspannungsladung und der Gleichspannung

$$V_{gl} = 0{,}707\, E_{pm}$$

des Netzes zur Folge.

In Abb. 1 beginnt die Entladung des Netzes nach dem Löschen des Lichtbogens

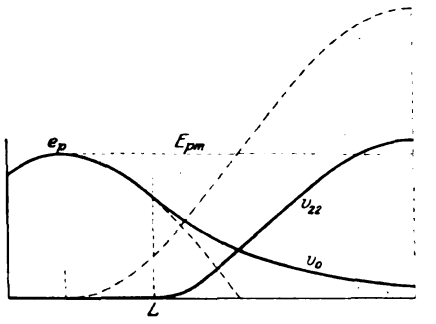


Abb. 1.

im Punkte L. Die nach Gl. (4) berechnete Entladungskurve gibt nach $^3/_8$ Perioden die Restspannung

$$0{,}707\, E_{pm}\, e^{-\frac{3\pi}{8}} = 0{,}066\, E_{pm}$$

welche sich mit dem Scheitelwert der Phasenspannung zusammensetzt.

Der Höchstbetrag 2 E_{pm} der Spannung am Erdschlußpunkt des ungesicherten Netzes (punktierte Kurve) wird durch den gewählten Nullwiderstand bis auf 1,066 E_{pm} abgesenkt.

Für das Löschen des Lichtbogens besteht, wie es der Verlauf der Spannung v_{22} zeigt, die gleiche günstige Voraussetzung, nämlich der sanfte Anstieg der Spannung unmittelbar nach L ähnlich wie bei dem Löschen des rein wattlosen Stromes. v_0 stimmt bis L mit e_p überein; der weitere Verlauf von e_p ist als dünne Fortsetzung eingezeichnet. Das Anschmiegen der Entladungskurve an die e_p-Kurve führt den sanften Anstieg der Spannung am Erdschlußpunkt deutlich vor Augen. Denn die Spannung am Erdschlußpunkt

$$v_{22} = v_0 - e_p$$

läßt sich unmittelbar als Abstand der Kurven v_0 und e_p abgreifen.

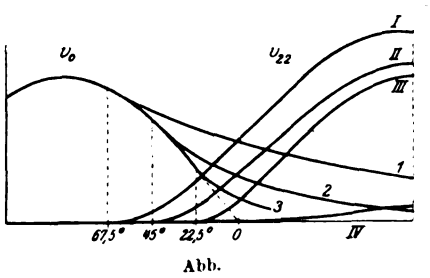


Abb.

Neben der Wiederholung der Abb. 1 enthält Abb. 2 die Entladungskurven für den größeren Nullwiderstand (Kurve I)

$$R_0 = 2{,}414\, \frac{1}{\Sigma m K_{11}} \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

Digitized by Google

und den kleineren (Kurve III)

$$R_0 = 0{,}414 \frac{1}{\Sigma m K_{11}} \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

welche eine Phasenverschiebung des Erdschlußstromes um $^1/_{16}\,\pi$ und $^3/_{16}\,\pi$ nach sich ziehen.

Die Löschbedingungen sind bei dem großen Widerstand gut; auch die Ableitung geht noch so rasch vor sich, daß v_{22} nicht über 1,3 E_{ym} hinauskommt. Bei dem kleinen Widerstand ist dagegen eine deutliche Verschlechterung der Löschbedingungen erkennbar. Die Spannung am Erdschlußpunkt entwickelt sich wesentlich rascher; eine weitere Verminderung von R_0 leitet auf die viel ungünstigeren Verhältnisse der Stromunterbrechung von Wattströmen hinüber. Trotz der in kürzester Zeit abgeschlossenen Entladung sind diese kleinen Widerstände zum Ablöschen des Erdschluß-Lichtbogens ungeeignet. Es entstehen allerdings keine Überspannungen, aber die Rückzündungen, die unter niedriger Spannung kürzeste Zeit nach dem Löschen erfolgen, halten den Lichtbogen aufrecht.

Kurve IV gibt den Verlauf der Spannung v_0 in einem mit Erdschlußspulen gesichertem Netze. Sie bringt Löschbedingungen zur Anschauung, welche mindestens 20-mal günstiger sind als die mit Nullwiderständen erreichbaren.

Die Unterschiede in der Löschfähigkeit sind in dem Bereich I bis III praktisch unbedeutend; sie lassen große Freiheiten in der Wahl von R_0 zu, die jedoch durch Rücksichten auf den Erdschlußstrom beschränkt werden.

Über den Erdschlußpunkt fließt neben dem kapazitiven Erdschlußstrom J_e der Nullstrom J_0; ihre geometrische Summe

$$J = \sqrt{J_e^2 + J_0^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

soll besonders in Freileitungsnetzen den Strom J_e nicht wesentlich überschreiten, damit die Schwierigkeiten hoher Erdschlußströme nicht erhöht werden.

Zahlentafel 1.

Verhältniswerte des Nullwiderstandes	Erhöhung des Erdschlußstromes in %
2,414	8,2
1,0	41,4
0,414	261

Die Übersicht lehrt das Bedenkliche zu niedriger Nullwiderstände. Hierbei ist noch zu beachten, daß die Löschfähigkeit der hohen Ströme infolge der starken Erhitzung und Ionenbildung zurückgeht.

Aus den Betrachtungen darf der Schluß gezogen werden, daß der Nullwiderstand am besten im Bereich

$$R_0 = 2{,}5 \text{ bis } 1 \,.\, \frac{1}{\Sigma m K_{11}} \quad . \quad . \quad (8$$

zu wählen ist.

Zu hohe Widerstände senken die Spannung am Erdschlußpunkt nicht genügend ab; die Rückzündungen und Überspannungen werden nicht beseitigt. Zu kleine Widerstände erschweren das Löschen des Lichtbogens und vergrößern den Erdschlußstrom unzulässig.

Da sich die kilometrischen Teilkapazitäten gegen Erde von Freileitungen nun wenig mit der Masthöhe und der Leiteranordnung ändern, kann R_0 mit ausreichender Sicherheit aus der Näherungsformel des Nullwiderstandes in reinen Dreiphasen-Freileitungsnetzen

$$R_0 = 2{,}5 \text{ bis } 1 \frac{10^7}{\nu\, l_{km}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9$$

berechnet werden. l_{km} ist die zusammenhängende Leitungslänge in km, ν die Frequenz.

Der Zahlenwert 10^7 entspricht einer kilometrischen Teilkapazität von $K_{11} = 0{,}0053 \,.\, 10^{-6}$ Farad oder einem Erdschlußstrom von 2,88 A für 10 kV, 50 Per von je 100 km Leitungslänge.

Wird der Erdschlußstrom von Kabeln durchschnittlich 20- bis 25-mal so hoch wie der von Freileitungen angesetzt, so ergibt sich die Näherungsformel des Nullwiderstandes in Dreiphasen-Kabelnetzen

$$R_0 = 1 \text{ bis } 0{,}5 \frac{10^6}{\nu\, l_{km}} \quad . \quad . \quad . \quad (10$$

Gl. (9) und (10) führen auf die Näherungsformel für gemischte Netze

$$R_0 = 2{,}5 \text{ bis } 1 \,.\, \frac{10^7}{\nu\,(l_f + 25\, l_k)} \quad . \quad . \quad (11$$

mit l_f der Freileitungs- und l_k der Kabellänge in km.

Die Näherungsformeln führen auf folgende Übersichten.

Zahlentafel 2. Nullwiderstände für Dreiphasen-Freileitungsnetze.

Zusammenhängende Leitungslänge in km	Nullwiderstand R_0 in Ohm
100	5000 bis 2000
250	2000 „ 800
500	1000 „ 400
750	667 „ 267
1000	500 „ 200

Höchstwerte des Nullwiderstandes für Dreiphasen-Kabelnetze.

50	400 bis 200
100	200 „ 100
200	100 „ 50
400	50 „ 25
500	40 „ 20

In reinen Kabelnetzen hat die Begrenzung des Erdschlußstromes und die Löschung nicht die Bedeutung wie in Freileitungsnetzen. Die Werte der Zusammenstellung können daher weit unterschritten werden, sie geben die Begrenzung nach oben an, denn die für Kabelnetze wichtigste Aufgabe der Unterdrückung intermittierender Erdschlüsse wird auch von kleineren Widerständen gelöst.

Die Schutzwirkung des Nullwiderstandes in Netzen mit mäßigem Erdschlußstrom ist geradezu verblüffend. Der knatternde, lange Zeit brennende Erdschluß-Lichtbogen bricht zusammen, wenn der Nullwiderstand eingeschaltet wird. Bei eingeschaltetem Nullwiderstand macht es Schwierigkeiten, überhaupt einen längeren Erdschluß-Lichtbogen zu erzielen.

In Netzen mit hohem Erdschlußstrom geht der mit stärkstem Lärm brennende und wild bewegte Erdschluß-Lichtbogen in einen mit dem erträglichen Geräusch von Wattströmen viel ruhiger brennenden Lichtbogen über, der bei weitem nicht zu den gleichen Höhen emporwirbelt und leichter verlischt als der reine Erdschluß-Lichtbogen ohne Wattkomponente.

Da der Erdschlußschutz in Kabelnetzen in erster Linie zur Erstickung der Überspannungen dienen soll, eignet sich der Nullwiderstand für Kabelnetze beliebiger Ausdehnung.

In Freileitungsnetzen wird neben dem Überspannungsschutz die ebenso wichtige Unterdrückung des Erdschluß-Lichtbogens angestrebt. Diese gelingt nur bei mäßigen Erdschlußströmen. Bei höheren Erdschlußströmen versagt der Nullwiderstand in dieser Hinsicht; der Erdschluß-Lichtbogen brennt längere Zeit und erreicht vor seinem Löschen beträchtliche Längen. Die vielen durch ihn verursachten Störungen werden zwar vermindert, aber nicht beseitigt.

III. Einfluß der Maschinen und Transformatoreninduktivitäten auf die Entladung.

Eine Frage bedarf noch der Klärung. Die Entladung des Netzes geht nicht unmittelbar über den Nullwiderstand, sondern unter Zwischenschaltung der zwischen dem Nullpunkt und den Leitern liegenden Induktivitäten der Generatoren oder Transformatoren vor sich. Sollte diese Induktivität zu hoch sein, so wird die Wirksamkeit der Widerstandserdung in Frage gestellt.

Der Entladungskreis enthält in einem Dreiphasennetz die:

Kapazität $C = 3\, K_{11}$, die

Induktivität $L = \frac{1}{3} L_p$, d. h. die drei parallelgeschalteten Induktivitäten einer Phase des Generators oder Transformators und den

Widerstand $R = R_0$, d. h. den Nullwiderstand (abgesehen von den hiergegen verschwindenden übrigen Ohmschen Widerständen).

Die Grenze zwischen aperiodischer und periodischer Entladung wird durch den Ausdruck

$$L = \frac{R^2 C}{4}$$

bestimmt; ist L kleiner als dieser Wert, so erfolgt die Entladung aperiodisch.

Nach Einführung von

$$C = 3\, K_{11}$$

und

$$R_0 = \frac{1}{3\, m\, K_{11}}$$

bestimmt sich die Reaktanz einer Phase, bei welcher noch keine Schwingung auftritt, zu

$$m\, L_p = \frac{1}{4\, m\, K_{11}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12$$

Ist ε_r die auf den Normalstrom bezogene Reaktenzspannung einer Phase eines Generators oder Transformators in % der Phasenspannung, E_{kV} die Betriebsspannung in kV, so gehört zu der kritischen Reaktanz $m\, L_p$ eine Maschinen- oder Transformatoren-Nennleistung p_{kVA}

$$p_{kVA} = \frac{4}{3} \frac{10\, \varepsilon_r\, E_{kV}^2}{R_0} \quad . \quad . \quad (13$$

Die Reaktanzspannung von Generatoren erreicht höchstens Beträge von 30%.

Die induktiven Widerstände, welche Transformatoren dem Ausgleich über den Nullpunkt bieten, weisen je nach Bauart und Schaltung die größten Unterschiede auf.

Am niedrigsten ist ε_r in Dreieck-Stern-Schaltung von Transformatoren beliebiger Bauart; es stimmt mit der Kurzschluß-Streuspannung überein. Dagegen darf die Streuspannung ε_r von Kerntransformatoren (falls der Nullpunkt unterspannungsseitig — was fast immer zutrifft — nicht mit dem Maschinennullpunkt zusammenhängt) nicht mit der Kurzschlußspannung verwechselt werden. Die hier in Frage kommende Streuspannung wird in der Art bestimmt, daß den 3 parallel geschalteten Phasen der Oberspannungsseite Strom zugeführt und die Spannung zwischen Nullpunkt und dem Zusammenschlußpunkt der 3 Phasen gemessen wird, während die Unterspannungsseite offen bleibt. Die Meßergebnisse an verschiedenen Bauarten weichen untereinander stark ab. Gemessen wurden durchschnittlich je nach Bauart der Transformatoren $\varepsilon_r = 125$ bis 80%, bezogen auf die Phasenspannung und den Vollaststrom in einer Phase.

Manteltransformatoren oder drei einzelne zu einem Dreiphasensatz zusammengeschaltete Transformatoren mit beiderseitiger Sternschaltung verhalten sich gegen diesen Ausgleichvorgang wie sehr hohe Induktivitäten, die den erstrebten Ausgleich unmöglich machen.

Bei unterspannungsseitiger Sternschaltung der letztgenannten Transformatoren kann nur die Verbindung des unterspannungsseitigen Nullpunktes mit dem Generatornullpunkt den

Digitized by Google

erwünschten raschen Verlauf der Entladung sichern.[1])

Gl. (13) zeigt, daß der Anschluß des Nullwiderstandes an den Nullpunkt von Generatoren kaum auf Schwierigkeiten stößt. In der Regel ist es möglich, die Erdung auf einen Generator zu beschränken.

Meistens dürfte es jedoch zweckmäßig sein, eine besondere über den Nullwiderstand geerdete Nullschiene vorzusehen, an welche die Nullpunkte über Trennschalter angeschlossen werden. Bei Außerbetriebnahme von Maschinen (oder Transformatoren) sind die zugehörigen Trennschalter herauszunehmen, da die Nullschiene bei Erdschlüssen unter der Phasenspannung steht. In großen Werken lohnt sich der Einbau kleiner Ölschalter (an Stelle der Trennschalter), deren Betätigung mit den Hauptschaltern zwangläufig gekuppelt wird. Der Zusammenschluß der Nullpunkte von Maschinen abweichender Bauart (z. B. Schnelläufer mit Langsamläufern, Turbogeneratoren mit geteiltem und ungeteiltem Stator) kann zu starken Ausgleichsströmen führen; er ist deshalb zu vermeiden.

Eine andere Lösung ist die getrennte Erdung von mehreren Nullpunkten über getrennte (höhere) Nullwiderstände, die so zu bemessen sind, daß ihr Ersatzwiderstand unter den verschiedenen Betriebsmöglichkeiten immer in den durch Zahlentafel 2 gegebenen Grenzen liegt. Sie entbindet die Betriebsführung von der Aufstellung besonderer Schaltregeln.

Der Anschluß von Widerständen an die Nullpunkte von Transformatoren verlangt von Fall zu Fall eine vorsichtige Prüfung.

IV. Entladung über Wasserstrahlerder.

Zwischen der Ableitung über Nullwiderstände und der Wirkung von Funkenableitern mit Widerständen und von Widerständen zwischen den einzelnen Phasen und Erde besteht im Grunde genommen kein Unterschied.

Die Entladung eines Netzes über Widerstände R_e zwischen Phase und Erde verläuft, wenn die Induktivität der Stromerzeuger und Transformatoren vernachlässigt wird, in der gleichen Weise wie über den Nullwiderstand. Die Gesamtkapazität $C = \Sigma K_n$ entlädt sich über den resultierenden Widerstand

$$R = \frac{1}{\Sigma \frac{1}{R_e}}$$

nach dem Gesetz

$$V_0 = V_{0l} e^{-\frac{t}{RC}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14$$

das mit Gl. (3) übereinstimmt.

Die ganzen an den Nullwiderstand geknüpften Betrachtungen gelten unverändert für den Widerstand R.

Beispiel. Ein 10 kV-Freileitungsnetz von 100 km Gesamtlänge ist über zwei Wasserstrahlerder mit einem Stromverbrauch von 0,2 A in jeder Phase dauernd geerdet. Der Strahlwiderstand ist mithin

$$R_e = \frac{6000}{0{,}2} = 30\,000\ \Omega .$$

Der resultierende Widerstand aller 6 Wasserstrahlen von

$$R = \frac{30\,000}{6} = 5000\ \Omega$$

sichert, wie die Einsichtnahme in die Zahlentafel 2 zeigt, die Anlage gegen intermittierende Erdschlüsse.

Das Beispiel gibt die Erklärung für die praktische Beobachtung, daß Wasserstrahlerder unter bestimmten Voraussetzungen Anlagen gegen die Überspannungen intermittierender Erdschlüsse schützen — eine Beobachtung, die um so überraschender ist, als sich dieser Schutz auch auf den Schutz von Transformatoren gegen Windungsschlüsse erstreckt. Denn mit der Unterdrückung des intermittierenden Erdschlusses verschwinden auch dessen in höchstem Maße gefährlichen Spannungssprünge.

Das nächste Beispiel lehrt aber, mit welcher Vorsicht Verallgemeinerungen praktischer Erfahrungen zu behandeln sind. Eine 100 km lange Freileitung für 50 kV ist (gegen statische Ladungen) mit einem Wasserstrahlerder ausgerüstet, der 0,05 A aufnimmt. Aus seinem Strahlwiderstand von 600 000 Ω ergibt sich der Widerstand $R = 200\,000\ \Omega$ der für rasche, die Unterdrückung des intermittierenden Erdschlusses sichernde Ableitung der Ladungen völlig unzureichend ist. Er senkt die Gleichspannung der Leitung in einer Halbperiode nur um 10% ab.

Die Beschäftigung mit dem Wasserstrahlerder legt die Frage nach der Ableitungsfähigkeit der Erdungsdrosselspulen nahe. Die beste Antwort gibt die Nachrechnung des Entladungsvorganges. Zur Sicherung von je 100 km Leitungslänge eines Dreiphasennetzes für 20 kV soll z. B. ein Erdungsdrosselspulen-Satz mit einer Scheinleistung von je 120 W/11 500 V der einzelnen Spule dienen.

Die Induktivität der drei hinsichtlich der Entladung der abgetrennten (Gleichspannungs-) Ladungen parallel geschalteten Spulen bestimmt sich annähernd zu

$$L = \frac{11\,500^2}{3 \cdot 314 \cdot 120} = 1170 \text{ Henry}.$$

Sie bildet mit der Kapazität des Netzes gegen Erde

$$C = \Sigma K_n = 3 \cdot 100 \cdot 0{,}0053 \cdot 10^{-6} = 1{,}59 \cdot 10^{-6} \text{ Farad}$$

einen Schwingungskreis mit der Frequenz

$$r = \frac{10^3}{2\pi \sqrt{1170 \cdot 1{,}59}} = 3{,}7 .$$

Obwohl die Entladeschwingung infolge des Einflusses der Eisensättigung nicht mehr sinusförmig verläuft, genügt die gewonnene Zahl vollauf zur Beurteilung der Entladung. Nach einer Halbperiode der Betriebsfrequenz (50), nach welcher der richtig bemessene Ableitungswiderstand die Gleichspannung auf wenige % abgesenkt hat, ist die Spannung der Entladeschwingung erst um den unwesentlichen Betrag von rd 3% gesunken. Ähnliche, mit wachsenden Betriebsspannungen immer ungünstiger werdende Ergebnisse — Frequenzen von 1 Per/sek bilden keine Seltenheit — liefert jede Nachrechnung der Entladung durch die Erdungsdrosselspulen oder durch die Spannungswandler der Erdschlußüberwachung. Als Schutz gegen den aussetzenden Erdschluß kommen sie deshalb überhaupt nicht in Betracht.

V. Funkenableiter mit Widerständen.

Die Entladung eines Netzes über den Widerstand von Funkenableitern hat den gleichen Erfolg der Unterdrückung des intermittierenden Erdschlusses, wenn der Ersatzwiderstand aller gleichzeitig ansprechenden Funkenableiter die gleiche von dem Nullwiderstand geforderte Höhe hat.

Der Umstand daß zwischen der Kapazität der gesunden Phasen, deren Ableiter ansprechen, und der kranken Phase die Streuinduktivitäten von Maschinen und Transformatoren liegen, beeinflußt praktisch den Entladungsvorgang ebensowenig wie die Beschränkung des Ansprechens der Ableiter auf eine Phase, wenn die Maschinen- oder Transformatorenleistungen die nach Gl. (13) berechneten Mindestleistungen nicht unterschreiten.

Über die erforderlichen Ersatzwiderstände gibt die Zahlentafel 2 oder die Gl. (8) bis (11) Aufschluß.

Beispiel 1. Ein Freileitungsnetz für 20 kV (gesamte Leitungslänge 250 km) ist mit einer Reihe von Hörnersätzen versehen, deren Dämpfungswiderstände in jeder Phase einen Widerstand von 2500 Ω haben. Nach Zahlentafel 2 verlangt die Ableitung der Ladungen einen Widerstand von 2000 bis 800 Ω. Das Ansprechen von zwei Hörnerableitern (Ersatzwiderstand 1250 Ω) vor dem ersten Löschen des Erdschlusses, das bei entsprechend eingestellten Hörnern unter der ersten leichten Erdschlußüberspannung zu erwarten ist, genügt vollauf für die Unterdrückung der Überspannungen des aussetzenden Erdschlusses.

Beispiel 2. Einige 25 kV-Kabelstrecken mit 100 km Gesamtkabellänge sind nur durch 4 Hörnersätze mit 2000 Ω in jeder Phase gesichert. Nach Zahlentafel 2 sind etwa 200 Ω Ableitungswiderstand erforderlich. Der Ersatzwiderstand 1250 Ω von 4 gleichzeitig ansprechenden Hörnern genügt ebensowenig wie die günstigste Annahme des Ansprechens von 8 Hörnern mit 625 Ω Ersatzwiderstand für die Unterdrückung des aussetzenden Erdschlusses.

Die in vielen Betrieben gemachten langjährigen günstigen Erfahrungen beruhen wohl zum Teil auf der ausgezeichneten Wirkung der Hörnerableiter bei der Bekämpfung des intermittierenden Erdschlusses — eine Wirkung, die sich mit jeder gewünschten Schärfe rechnerisch fassen läßt.

Die Unterdrückung des Intermittierens erklärt weiterhin zwanglos die eigenartige, in vielen Netzen gemachte Beobachtung, daß nach Einbau von Ableitern mit richtigen Widerständen die Zahl der Transformatorenschäden durch Windungs- und Spulenschlüsse zurückgeht. Es ist wieder die gleiche Ursache wie vorher: mit der Erstickung des intermittierenden Erdschlusses verschwinden auch die so gefährlichen Sprungwellen.

Obwohl es eigentlich selbstverständlich ist, zwingt die vielfach übliche Verallgemeinerung der in einer Anlage gemachten guten oder schlechten Erfahrungen zu dem Hinweis, daß die gute Wirkung einer Schutzanordnung und auch der des Hörnerableiters nur dann gewährleistet ist, wenn ihre Konstantee in bestimmter, wenn auch in gewissen Grenzen loser Beziehung zu den Eigenschaften der Anlage stechn.

Die Beziehungen sind durch die Angaben der Zahlentafeln 1 und 2 festgelegt. Sie lassen sich auch in anderer Form geben. Durch die Ableitungswiderstände wird dem Erdschlußstrom eine bestimmte Wattkomponente zugesellt. Die Überspannungen des intermittierenden Erdschlusses werden unterdrückt, wenn dem Erdschlußstrom mit Hilfe von induktionsfreien Widerständen eine hinreichend große Wattkomponente aufgezwungen wird. Dieser Satz von grundlegender Bedeutung stammt von Schrottke.

Eine zweite, vollkommenere Lösung der Erdschlußfrage bildet den Gegenstand eines folgenden Aufsatzes über die Erdschlußspule.

Unsymmetrische Mehrphasensysteme.

Von **P. Müller**, Berlin.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß unsymmetrische Mehrphasensysteme sich zerlegen lassen in zwei symmetrische, von denen das eine die einzelnen Phasen im gleichen, das andere im entgegengesetzten Sinne durchläuft wie das gegebene unsymmetrische. Es wird ein Verfahren für die Zerlegung bei Zwei- und Dreiphasensystemen angegeben, und die Anwendung auf Asynchronmotoren, Phasen-

[1]) Es müßte denn gerade sein, daß die drei sterngeschalteten Transformatoren oder der Manteltransformator mit Rücksicht auf die dreifachen Harmonischen eine in Dreieck geschaltete Tertiärwicklung besitzen.

Digitized by Google

umformer sowie Phasenumformer in Verbindung mit Asynchronmotoren in kurzen Umrissen beschrieben.

Einleitung.

Symmetrische Mehrphasensysteme sind solche, bei denen die Vektoren (z. B. Spannungen, Ströme o. dergl.) aller Phasen gleich groß sind und in gleichen Winkelabständen aufeinander folgen.

Unsymmetrische Systeme sind solche, bei denen die einzelnen Vektoren verschiedene Größe haben und verschiedene Winkel miteinander einschließen.

Bei symmetrischen Systemen sind die Vorgänge in allen Phasen die gleichen, man braucht daher nur eine einzige Phase zu betrachten.

Bei unsymmetrischen Systemen ist das nicht der Fall, hier muß vielmehr jede Phase für sich untersucht werden.

Wenn nun die Vorgänge in den einzelnen Phasen sich gegenseitig beeinflussen, wie das beispielsweise bei mehrphasigen Asynchronmotoren zutrifft, so ist die Berechnung vielfach recht umständlich; sie wird erleichtert durch das nachstehend beschriebene Verfahren der Zerlegung des unsymmetrischen Systems in zwei symmetrische.

Zerlegung unsymmetrischer Systeme.

Jedes unsymmetrische Mehrphasensystem läßt sich zerlegen in zwei symmetrische, von denen das eine die einzelnen Phasen in der gleichen, das andere in der entgegengesetzten Reihenfolge durchläuft wie das unsymmetrische

Von praktischer Bedeutung sind hauptsächlich zwei Fälle, nämlich Zwei- und Dreiphasensysteme.

a) Zerlegung von Zweiphasensystemen.

Bei Zweiphasensystemen ist das Verfahren besonders einfach. Die Diagramme Abb. 1 zeigen die Zusammensetzung zweier symmetrischer Systeme von verschiedener Umlaufrichtung zu einem unsymmetrischen, Abb. 2

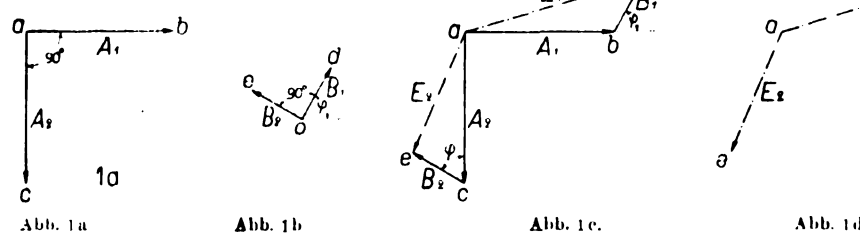


Abb. 1a Abb. 1b Abb. 1c. Abb. 1d.

Abb. 1. Zwei symmetrische Zweiphasensysteme. zu einem unsymmetrischen zusammengesetzt.

rückwärts die Zerlegung des unsymmetrischen in zwei symmetrische.

Abb. 1a stellt ein symmetrisches Zweiphasensystem dar, bestehend aus den beiden gleich großen Vektoren A_1, zu Phase 1 gehörig, und A_2, zu Phase 2 gehörig; letzterer eilt um 90° gegen A_1 nach.

Abb. 1b zeigt ein zweites symmetrisches Zweiphasensystem mit den Vektoren B_1, zu Phase 1 gehörig, und B_2, zu Phase 2 gehörig; hier eilt aber umgekehrt B_1 gegen B_2 um 90° nach, sodaß das System B die beiden Phasen 1 und 2 in der entgegengesetzten Reihenfolge durchläuft wie das System A.

Addiert man nun die beiden zu Phase 1 gehörigen Vektoren A_1 und B_1, ebenso die zu Phase 2 gehörigen A_2 und B_2, so erhält man das Diagramm 1c. Der resultierende Vektor in der ersten Phase wird E_1, in der zweiten Phase E_2. Sie sind in Abb. 1d nochmals besonders herausgezeichnet. Sie sind nicht mehr gleich groß, der Winkel zwischen ihnen nicht mehr 90°; sie bilden also ein unsymmetrisches System.

Ist nun umgekehrt ein unsymmetrisches System $E_1 E_2$ gegeben, und soll in zwei symmetrische zerlegt werden, so gilt es, die Vektoren A und B nach Größe und Richtung zu finden.

Die Lösung wird äußerst einfach, wenn man einen kleinen Kunstgriff anwendet. Denkt man sich nämlich im Diagramm 1c die

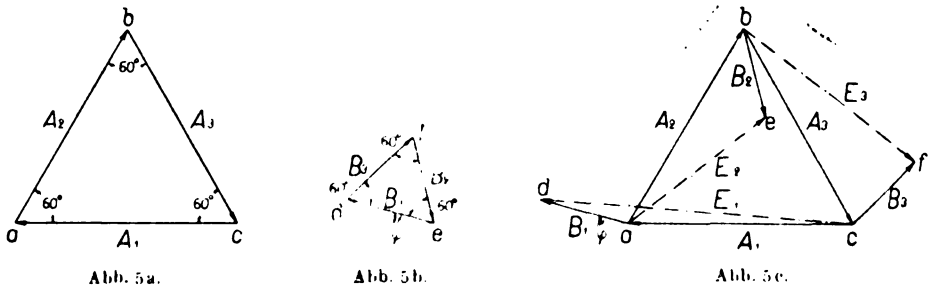


Abb. 5a. Abb. 5b. Abb. 5c.

Abb. 5d. Abb. 5e.

Abb. 5. Zusammensetzung von Dreiphasensystemen.

Vektoren A_2 B_2 E_2 (Dreieck $a\,c\,e$) um 90° vorwärtsgeklappt, so erhält man das Bild 2a. Vektor A_2 fällt dann mit A_1 zusammen, Vektor B_2 in die entgegengesetzte Richtung von B_1, so daß die drei Punkte $d\,b\,f$ auf einer Geraden liegen und b den Mittelpunkt der Strecke $d\,f$ bildet.

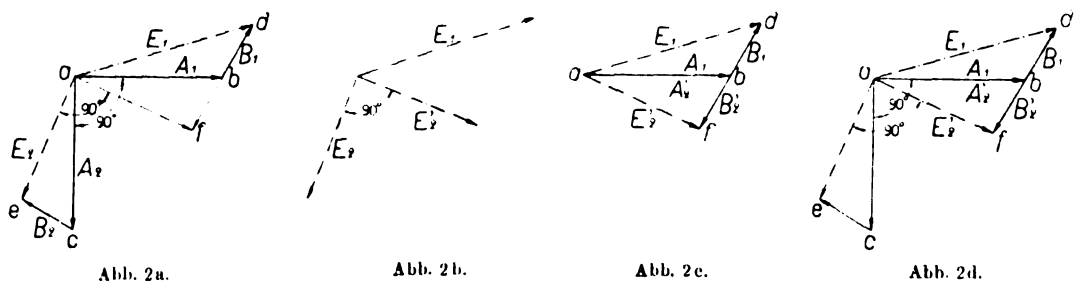


Abb. 1a Abb. 1b Abb. 1c. Abb. 1d.

Abb. 1. Zwei symmetrische Zweiphasensysteme. zu einem unsymmetrischen zusammengesetzt.

Abb. 2a. Abb. 2b. Abb. 2c. Abb. 2d.

Abb. 2. Zerlegung eines unsymmetrischen Zweiphasensystems in zwei symmetrische.

Ist also nach Abb. 2 b das unsymmetrische Zweiphasensystem $E_1 E_2$ gegeben, so klappt

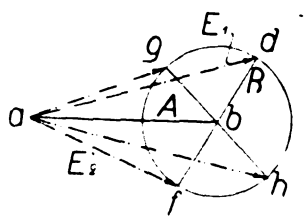


Abb. 3. Verschiedene resultierende Systeme.

man den Vektor E_2 um 90° nach vorwärts in die Lage E_2', verbindet die beiden Endpunkte d und f (Abb. 2c), halbiert die Strecke $d\,f$ und

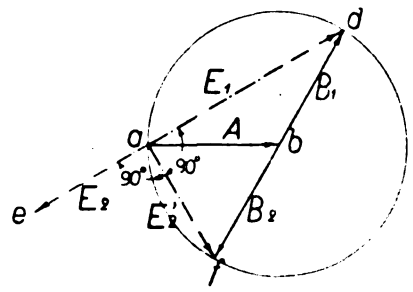


Abb. 4. Zwei gleich große Systeme geben ein Einphasensystem.

zieht von dem Mittelpunkt b aus die Gerade nach a. Dann stellen $a\,b$ den Vektor A, $b\,d$ den Vektor B_1 und $b\,f$ den Vektor B_2' dar; zum Schluß braucht man nur noch Dreieck $a\,b\,f$ um 90° zurückzuklappen (Abb 2d) und erhält dann alle Vektoren in ihrer richtigen Lage.

Es ist ohne weiteres klar, daß jedes unsymmetrische Zweiphasensystem sich in dieser Weise zerlegen läßt, welche Größe und Richtung die beiden Vektoren auch immer haben mögen.

Man sieht übrigens, daß die gleichen Systeme A und B, bei verschiedener gegenseitiger Lage zusammengesetzt, auch verschiedene unsymmetrische Systeme ergeben. Die Endpunkte der Vektoren E (Abb. 3) liegen dann sämtlich auf dem um b mit Halbmesser B beschriebenen Kreis, u. zw. einander zugeordnete Punkte stets auf den Endpunkten desselben Durchmessers (d und f, g und h).

Die Umlaufrichtung des so enstandenen unsymmetrischen Systems $E_1 E_2$ wird immer durch den größeren der beiden Vektoren A und B bestimmt.

Sind beide gleich groß, so liegen die Vektoren E_1 und E_2' (Abb. 4) stets senkrecht zueinander; wird E_2' also durch Zurückklappen um 90° in seine richtige Lage E_2 gebracht, so hat er die entgegengesetzte Richtung zu E_1. Von einer Umlaufrichtung des Systems im einen oder anderen Sinne kann man hierbei also nicht mehr sprechen. Es liegt vielmehr der Sonderfall vor, daß zwei entgegengesetzt umlaufende Mehrphasensysteme gleicher Größe zusammen ein Einphasensystem geben.

b) Zerlegung von Dreiphasensystemen.

Das Verfahren ist hier ganz ähnlich, nur infolge der größeren Zahl der Vektoren etwas weniger übersichtlich.

Die Abb. 5 zeigt wieder die Zusammensetzung zweier symmetrischer Dreiphasensysteme von entgegengesetzter Phasenfolge zu einem unsymmetrischen, Abb. 6 umgekehrt die Zerlegung des unsymmetrischen in zwei symmetrische.

Digitized by Google

In Abb. 5a ist ein symmetrisches Dreiphasensystem dargestellt, bestehend aus den drei Vektoren A_1 zu Phase 1, A_2 zu Phase 2 und A_3 zu Phase 3 gehörig. Vektor A_2 eilt um 120°, Vektor A_3 um 240° gegen A_1 nach; das System durchläuft die drei Phasen also in der Reihenfolge 1—2—3.

Abb. 5b zeigt ebenfalls ein symmetrisches Dreiphasensystem $B_1 B_2 B_3$; hier eilt aber B_2 um 120°, B_3 um 240° gegen B_1 vor; die drei Phasen werden hier also in der Reihenfolge 3—2—1 durchlaufen.

Addiert man nun wieder die zu gleichen Phasen gehörigen Spannungen, A_1 und B_1, A_2 und B_2, A_3 und B_3, so erhält man nach Abb. 5c die drei Vektoren $E_1 E_2 E_3$, die in Abb. 5d nochmal besonders herausgezeichnet sind. Sie bilden in der Tat ein unsymmetrisches Dreiphasensystem, denn die einzelnen Vektoren sind nicht mehr gleich groß, die Winkel zwischen ihnen nicht mehr 120°.

Es ist hier allerdings nicht ohne weiteres klar, daß die drei Vektoren auch wirklich stets ein geschlossenes Dreieck ergeben, wie auch die Größe und Richtung der Systeme A und B sein möge. Der Beweis ist aber leicht zu führen.

Zunächst mehr mathematisch: Vektor E_1 ist die geometrische Summe von A_1 und B_1, ebenso E_2 die von A_2 und B_2, und E_3 die von A_3 und B_3; die Summe von $E_1 E_2 E_3$ ist also gleich der Summe von $A_1 A_2 A_3$ plus der Summe von $B_1 B_2 B_3$. Die beiden letzteren sind aber jede für sich null, da sowohl System A wie System B ein geschlossenes Dreieck bilden. Also ist auch die Summe $E_1 E_2 E_3$ null, die drei Vektoren müssen also gleichfalls stets ein geschlossenes Dreieck ergeben.

Oder mehr anschaulich: Trägt man gemäß Abb. 5e in der Ecke b des Diagramms 5c das vollständige System $B_2 B_1 B_3$ an und verbindet Eckpunkt g mit d und c, so erhält man die Parallelogramme $aegd$ und $cgbf$. Seite dg ist also gleich und parallel ae, mithin gleich Vektor E_2; ebenso gc gleich und parallel bf, mithin gleich Vektor E_3.

Ist nun umgekehrt ein unsymmetrisches System $E_1 E_2 E_3$ gegeben und soll in zwei symmetrische zerlegt werden, so führt auch hier ein ähnlicher Kunstgriff wie beim Zweiphasensystem zum Ziel. Man klappt nach Abb. 6a den Vektor E_2 um 120°, Vektor E_3 um 240° nach vorwärts, während E_1 liegen bleibt, (statt 240° vorwärts auch 120° rückwärts), und trägt alle drei strahlenförmig von demselben Anfangspunkt f auf (Abb. 6b). Man bestimmt dann den Schwerpunkt s des Dreiecks $g\,d\,h$; Strahl $f\,s$ gibt alsdann den Vektor A des einen, $s\,d$, $s\,g$ und $s\,h$ die Vektoren B_1, B_2' und B_3' des anderen der gesuchten symmetrischen Systeme. Durch Zurückklappen des Dreiecks $f\,g\,s$ um 120°, des Dreiecks $f\,h\,s$ um 240°, erhält man endlich die Vektoren in ihrer richtigen gegenseitigen Lage.

Wenn die drei Strahlen $s\,d$, $s\,g$ und $s\,h$ tatsächlich ein symmetrisches System ergeben sollen, so müssen die Eckpunkte $d\,g\,h$ stets ein gleichseitiges Dreieck bilden, welche Form auch immer das gegebene System $E_1 E_2 E_3$ haben möge.

Das ist aber in der Tat der Fall. Zunächst ist klar, daß, wenn zwei Vektoren $E_1 E_2$ nach Größe und Richtung gegeben sind, der dritte, E_3, nicht mehr beliebig ist, sondern als Schlußseite des Dreiecks ebenfalls nach Größe und Richtung festliegt. Denkt man sich nun nach Abb. 6c über E_1 das gleichseitige Dreieck $l\,o\,n$ errichtet, o mit der Spitze m des gegebenen Dreiecks verbunden, und Dreieck $o\,m\,n$ um 60° nach rechts in die Lage $o\,p\,l$ geklappt, so ergeben die drei Strahlen $l\,m$, $l\,o$ und $l\,p$ dasselbe Bild wie $f\,h$, $f\,d$ und $f\,g$ in Abb. 6b. Nun ist aber Seite $o\,p$ ebenso groß wie $o\,m$, der Winkel zwischen ihnen 60°; also geben die drei Punkte $o\,p\,m$ tatsächlich stets ein gleichseitiges Dreieck.

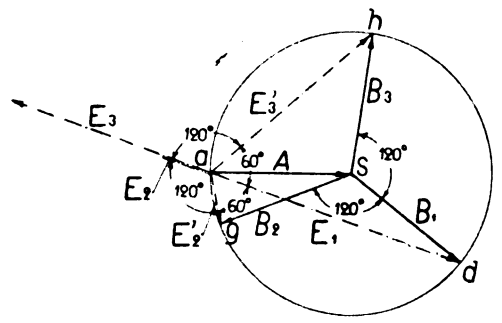


Abb. 7a.

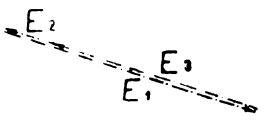


Abb. 7b.

Auch bei Dreiphasensystemen können bei gegebener Größe der Vektoren A und B je nach ihrer gegenseitigen Lage die resultierenden Vektoren $E_1 E_2 E_3$ sehr verschieden sein. Die Endpunkte liegen wieder auf einem Kreis, der um die Spitze des Vektors A mit B als Halbmesser beschrieben ist, u. zw. je drei zugehörige Punkte immer unter 120° zueinander. Das unsymmetrische System läuft auch hier im selben Sinne um wie das größere der beiden symmetrischen. Sind die Vektoren A und B gleich groß, so fallen von den drei resultierenden Vektoren $E_1 E_2 E_3$ die beiden kleineren (in ihre richtige Lage zurückgeklappt) immer in die entgegengesetzte Richtung des größten (vgl. Abb. 7a); denn der Winkel $g\,a\,d$ ist stets 60° als Peripheriewinkel zu dem Zentriwinkel $g\,s\,d$, der 120° beträgt; ebenso ist Winkel $d\,a\,h$ gleich 60°, da $d\,s\,h$ gleich 120°. Durch Zurückklappen gelangen also sowohl E_2' wie E_3' in der Tat in die entgegengesetzte Richtung von E_1; sie ergeben somit, zusammengesetzt, ein gestrecktes Dreieck nach Abb. 7b, und nicht nur ihre geometrische, sondern auch die algebraische Summe ist null.

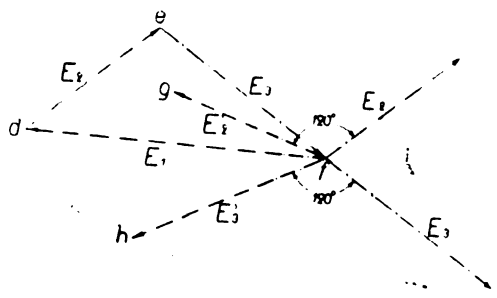


Abb. 6a.

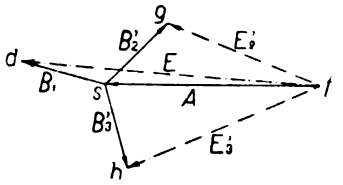


Abb. 6b.

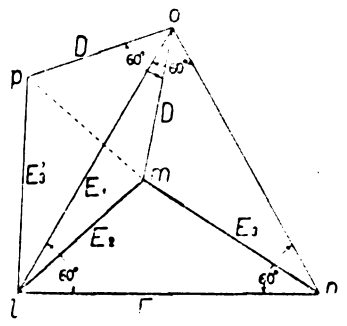


Abb. 6c.

Abb. 6. Zerlegung eines Dreiphasensystems.

Anwendungsbeispiele.

a) Asynchronmotoren.

Wird ein Mehrphasen-Asynchronmotor an ein unsymmetrisches Spannungssystem gelegt, so nehmen die einzelnen Phasen verschieden große Ströme und Leistungen auf, die unter Umständen teilweise sogar negativ werden können. Die Berechnung nach den üblichen Methoden ist dann ziemlich umständlich; denn die Ströme der verschiedenen Phasen beeinflussen sich gegenseitig, so daß man, um den Strom für eine Phase zu berechnen, erst die Ströme in sämtlichen anderen Phasen kennen müßte. Das gewöhnliche Kreisdiagramm gilt dabei nicht mehr.

Nach der oben beschriebenen Methode ist die Berechnung dagegen sehr einfach. Man zerlegt das gegebene unsymmetrische System in die beiden symmetrischen, von denen das größere die einzelnen Statorphasen in derselben, das kleinere in der entgegengesetzten Reihenfolge durchläuft wie das unsymmetrische. Gegen das erstere hat der Rotor also die normale Schlüpfung σ, gegen das zweite die Schlüpfung $200\% - \sigma$.

Jedes symmetrische Spannungssystem gibt nun für sich eine symmetrische Stromaufnahme, die in bekannter Weise, z. B. mittels Kreisdiagramm, entsprechend der für das betreffende System geltenden Schlüpfung berechnet werden kann.

Die Ströme, die man so für beide Systeme erhält, werden dann einfach in der anfangs beschriebenen Weise zusammengesetzt und geben so die Gesamtströme der einzelnen Phasen.

Die Leistungsaufnahme, die ja keine Vektorgröße ist, wird aus Spannung, Strom und Leistungsfaktor der betreffenden Phase bestimmt. Meist interessiert nur die aufgenommene Gesamtleistung; sie setzt sich zusammen aus den Einzelbeträgen, die jedes System für sich aufnimmt, und denen, die jedes Spannungssystem mit dem entgegengesetzt umlaufenden Stromsystem ergibt.

Diese letzteren haben aber stets den Wert null. Abb. 8 zeigt, daß dann bei Zweiphasensystemen die Phasenverschiebung zwischen

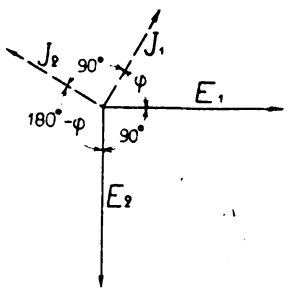


Abb. 8.

Strom und Spannung in der einen Phase φ beträgt, in der anderen $180° - \varphi$. Die Leistungen sind also

in Phase 1: $E J \cos\varphi$,

in Phase 2: $E J \cos(180° - \varphi) = - E J \cos\varphi$

Die Summe also stets null.

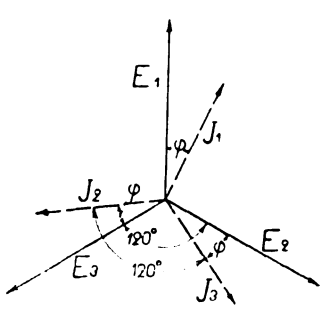


Abb. 9.

Digitized by Google

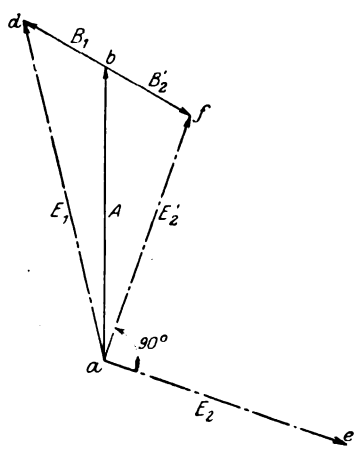


Abb. 10a.

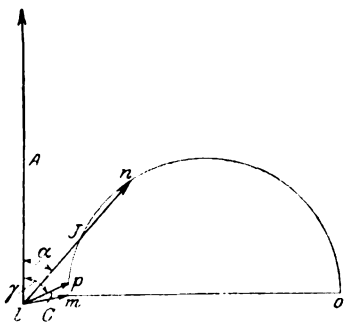


Abb. 10b.

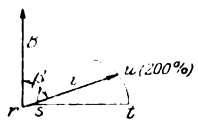


Abb. 10c.

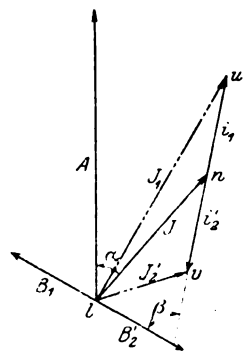


Abb. 10d.

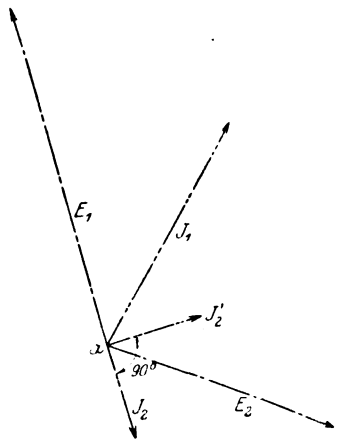


Abb. 10e.

Abb. 10. Zweiphasenmotor bei unsymmetrischer Spannung.

Ebenso bei Dreiphasensystemen nach Abb. 9.

in Phase 1: $EJ\cos\varphi$,

in Phase 2: $EJ\cos(\varphi+120^0) = -EJ(0{,}5\cos\varphi+0{,}866\sin\varphi)$,

in Phase 3: $EJ\cos(\varphi-120^0) = -EJ(0{,}5\cos\varphi-0{,}866\sin\varphi)$.

Die Summe also ebenfalls null.

Die gesamte Leistungsaufnahme ist somit einfach gleich der Summe der Leistungen, die jedes symmetrische System für sich aufnimmt.

Als abgegebene Nutzleistung kommt dagegen nur die Differenz beider Einzelleistungen zur Geltung. Denn das von dem größeren Spannungssystem ausgeübte Drehmoment wirkt im Sinne der Drehung, das von dem umgekehrt laufenden kleineren System erzeugte im entgegengesetzten Sinne, es bleibt also nur die Differenz von beiden an der Ankerwelle verfügbar.

Einer vergrößerten Leistungsaufnahme steht mithin eine verringerte Nutzleistung gegenüber; jede Unsymmetrie in der dem Asynchronmotor zugeführten Spannung gibt also eine Verschlechterung des Wirkungsgrades.

In Abb. 10 ist ein einfaches Beispiel für Zweiphasenstrom dargestellt. Gegeben sei das unsymmetrische System E_1E_2; es wird nach der angegebenen Methode in die beiden symmetrischen Komponenten A und B zerlegt (Abb. 10a). Die Spannung A gibt das Kreisdiagramm Abb. 10b für den Motor, der Stromvektor J für normale Belastung sei durch die Strecke ln gegeben, der Verschiebungswinkel gegen die Spannung sei α, die Schlüpfung σ. Das Kreisdiagramm für die umgekehrt laufende Spannung B zeigt Abb. 10c; es unterscheidet sich von 10b nur im Maßstab. Die Schlüpfung ist hier $200\%-\sigma$; der entsprechend Strom i sei durch den Vektor ru gegeben, der Winkel gegen die Spannung B sei β.

Man trägt dann gemäß Abb. 10d den Stromvektor J um Winkel α hinter der Richtung der Spannung A auf; von seinem Endpunkt n aus den Strom i um Winkel β hinter der Richtung der Spannung B_1, entgegengesetzt den gleich großen Vektor nv; der resultierende Strom J_1 der Phase 1 ist dann gleich lu, der Strom J_2' von Phase 2 gleich lv. Das Diagramm 10e zeigt die Spannungen und Ströme beider Phasen in ihrer richtigen Lage, also Spannung E_2 gegen E_2' und Strom J_2 gegen J_2' um 90^0 zurückgeklappt. Beide Phasen nehmen hier positive Energie auf.

(Schluß folgt.)

Neue Forschungsinstitute.

Der Krieg hat infolge der Notwendigkeit, mit den Naturschätzen und Rohstoffen möglichst sparsam umzugehen, eine stattliche Anzahl neuer Forschungsstätten, sogenannter „Forschungsinstitute" geschaffen. Solche Einrichtungen sind sowohl im Anschluß an die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Berlin-Dahlem und ihre Tochterinstitute[1]), als auch andernorts von Industrieverbänden oder Technischen Hochschulen ins Leben gerufen bzw. in Aussicht genommen worden.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.

In einer Versammlung von führenden Männern der deutschen Eisen- und Stahlindustrie aus allen Teilen des Reiches, die am 19. Juni v. J. in Düsseldorf tagte, wurde der bedeutsame Entschluß gefaßt, eine Anstalt für freie wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete des Eisens zu begründen. Der Zweck des Institutes sollte sein, die hüttentechnische Forschung immer mehr zu vertiefen, um in dem unausbleiblichen Wirtschaftskampfe der Kriegsfolgezeit nach jeder Richtung hin gerüstet dazustehen. Der Berichterstatter in jener Gründungsversammlung, Dr.-Ing. O. Petersen, hob hervor, daß allein eine von aller einseitigen Zweckbestimmung freie wissenschaftliche Forschungsstätte befähigt sei, an diese Aufgabe erfolgversprechend heranzutreten.

Nachdem die Vorarbeiten, die der neuen Forschungsstätte die gesicherte, organisatorische und geldliche Unterlage geben sollten, durch den Verein deutscher Eisenhüttenleute eifrig gefördert worden waren, konnte am 13. November v. J. die erste Sitzung des Kuratoriums der Anstalt im Hause „Stahl und Eisen" zu Düsseldorf stattfinden. Das Kuratorium der Forschungsanstalt, die ihre Tätigkeit unter dem Namen „Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung" ausüben wird, besteht aus dem Kultusminister Dr. Schmidt, Prof. von Harnack, Prof. Emil Fischer, Dr. Krupp von Bohlen und Halbach, Dr.-Ing. F. Springorum, Dr.-Ing. O. Niedt und Generaldirektor A. Vögler. Zum Vorsitzenden des Kuratoriums wurde Dr.-Ing. F. Springorum gewählt.

Die Satzung des Institutes wurde in einer weiteren Sitzung am 24. November v. J. endgültig festgelegt. Ferner wurde der Professor der Eisenhüttenkunde an der Technischen Hochschule zu Aachen, Dr. Friedrich Wüst, mit den weiteren vorbereitenden Arbeiten für die neue Forschungsstätte betraut.

Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Forschung.

Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft hat kürzlich ein neues Institut, u. zw. das Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Forschung ins Leben gerufen. Seine Aufgabe soll darin bestehen, die planmäßige Bearbeitung wichtiger und dringlicher physikalischer Probleme durch Gewinnung und materielle Unterstützung besonders geeigneter Forscher zu veranlassen und zu fördern. Die Auswahl der Probleme, der Methoden sowie des Arbeitsplatzes liegt in der Hand des Direktoriums. Doch sollen auch von anderen Physikern an das Direktorium gelangende Anregungen von diesem erwogen und die vorgeschlagenen Untersuchungen im Falle der Billigung gefördert werden. Wenn das Institut auch naturgemäß erst nach Beendigung des Krieges seine volle Wirksamkeit wird entfalten können, so soll doch womöglich schon jetzt mit der Arbeit begonnen werden. Angaben über nähere Einzelheiten sind an den Vorsitzenden des Direktoriums, Prof. Einstein, Berlin-Schöneberg, Haberlandstr. 5, zu richten.

[1]) Z. B. Institut für Kohleforschung, Mülheim, „ETZ" 1012, S. 1269; 1913, S. 306; 1916, S. 503.

Kaiser-Wilhelm-Institut für biologisch-chemische und chemisch-technologische Forschung.

Anfang Juni trat der Senat der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften unter dem Vorsitz von Prof. Harnack zusammen. Einer vom Reichswirtschaftsamt auf Grund eingehender Beratungen mit Vertretern von allen Zweigen der Textilindustrie gegebenen Anregung folgend, legte der Präsident einen Entwurf über die Organisation der Textilforschung vor, der die einmütige Zustimmung des Senats fand. In dem Entwurf ist die Gründung zweier Forschungsinstitute, eines biologisch-chemischen mit dem Sitz in Berlin-Dahlem und eines chemisch-technologischen mit dem Sitz in Dresden, sowie die Bildung eines Direktoriums, das die wissenschaftliche und pekuniäre Förderung beider Institute sowie der schon bestehenden Forschungsanstalten und Lehranstalten zur Aufgabe haben soll, vorgeschlagen. Der Senat ermächtigte den Präsidenten, den Entwurf dem Staatssekretär des Reichswirtschaftsamts vorzulegen und demselben seine Durchführung zu empfehlen.

Forschungsinstitut für Braunkohle an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin.

Anfang Juni fand im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure eine Versammlung statt, die sich mit Errichtung einer Anstalt für Braunkohlentechnik und Mineralölchemie an der Berliner Technischen Hochschule beschäftigte. Außer dem Bergbau und der Mineralölindustrie, der Technischen Hochschule und mehreren Großbanken Berlins waren das Kultus-, das Handels-, das Kriegsministerium, das Ministerium des Innern und das der öffentlichen Arbeiten, Reichsmarineamt, Reichsschatz- und Reichswirtschaftsamt vertreten. Der Rektor der Technischen Hochschule, Prof. Hüllmann, begrüßte als Vorsitzender die zahlreich Erschienenen und gab einen kurzen Überblick über die in einer Denkschrift dargelegten Gründe, die den Plan veranlaßt hätten.

Eingehend sprachen sodann Generaldirektor Gabelmann (Niederlausitzer Kohlenwerke) vom bergbaulichen und Direktor Dr. Krey (Riebeckschen Montanwerke) vom chemischen Standpunkte aus über die Notwendigkeit, die größte Hochschule Deutschlands durch die Errichtung der geplanten Anstalt zu erweitern. Eine Lücke wäre vorhanden, die ausgefüllt werden müßte, um im Lehrbetrieb und in der Forschung den Bedürfnissen des Braunkohlenbergbaues mit seinen gewaltigen maschinellen Einrichtungen, und der ihm z. T. so eng verbundenen Mineralölindustrie und der Verbrennungstechnik gerecht zu werden. In der folgenden Aussprache bekundeten Wirkl. Geh. Admiralitätsrat Harms für das Reichsmarineamt, Dr. Herz für die Heeresverwaltung, Geh. Oberbergrat Bornhardt für das Handelsministerium, Geheimrat Wittfeld für das Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Geheimrat Kammerer für das Kultusministerium, das ein geeignetes Grundstück zur Verfügung zu stellen sich bereit erklärte, ihr großes Interesse an der Errichtung der Anstalt und ihre Bereitwilligkeit, die Sache nach Kräften zu fördern.

Mit allseitiger Zustimmung wurde darauf die Errichtung der Anstalt beschlossen, zu der bereits annähernd 0,75 Mill. M gezeichnet worden sind. Der Ausschuß, der für die bisherigen Vorarbeiten tätig war, wurde auch mit der Fortführung der Geschäfte betraut.

Digitized by Google

Forschungsinstitut für Braunkohle an der Kgl. Bergakademie zu Freiberg i. Sa.

Der Kgl. Sächsischen Bergakademie in Freiberg ist Anfang Juni eine wertvolle Stiftung zur Förderung der Braunkohlenforschung überwiesen und in Anwesenheit vieler Vertreter von Behörden und der Industrie durch die Akademie feierlich übernommen worden. Zu den Stiftern gehören die ersten Namen und Firmen des Braunkohlenbergbaues und der chemischen Industrie ganz Deutschlands. Um das Zustandekommen dieser Stiftung hat sich der Generaldirektor der Anhaltischen Kohlenwerke, Konrad Piatscheck (Halle), große Verdienste erworben. Diese Zuwendung kennzeichnet die außerordentlich gesteigerte Bedeutung, welche die Braunkohle in der deutschen Volkswirtschaft erlangt hat. Von besonderer Wichtigkeit ist, wie bekannt, das mitteldeutsche Braunkohlengebiet. Diese Bodenschätze so nutzbringend wie möglich zu verwerten, ist eine große Aufgabe der Zukunft. Es gilt nicht nur, die bergmännische Gewinnung technisch zu vervollkommnen, sondern auch die chemischen Eigenschaften und Bestandteile der Braunkohle gründlich zu erforschen und der Volkswirtschaft dienstbar zu machen. Zu diesem Zwecke hat die Bergakademie Freiberg schon vor einiger Zeit eine besondere Professur für Braunkohlen-Bergbaukunde errichtet. Jetzt sind ferner ein Lehrstuhl für Braunkohlenchemie mit Einführung in das Gesamtgebiet der organischen Chemie und ein Unterrichtslaboratorium vorgesehen. Als Krönung des Ausbaues der Tätigkeit der Akademie auf dem Gebiete der Braunkohlenchemie ist nun die Errichtung eines Braunkohlen-Forschungsinstituts (etwa nach dem Vorbilde des Steinkohlen-Forschungsinstituts in Mülheim a. d. Ruhr) geplant. An diesem Institut hat der sächsische Staat ein außerordentliches Interesse, nachdem er mehr als 80 Mill. M zum Ankauf von Braunkohlenfeldern verwendet und soeben ein Gesetz geschaffen hat, durch das ihm alle noch freien Braunkohlenvorkommen Sachsens zur Verfügung gestellt worden sind.

Institut für Eisen- und Kohlenforschung.

Vor Ausbruch des Krieges waren bereits durch das zum Stinnes-Konzern gehörige Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk in Essen mit den deutschen Wildermann-Werken Verbindungen angeknüpft worden, um demnächst die in Deutschland noch wenig bekannte Herstellung von Ferro-Legierungen und Kalziumkarbid in größerem Umfange ins Leben zu rufen, Rohstoffe, die bisher hauptsächlich aus dem feindlichen Auslande und neutralen Ländern bezogen wurden. Nunmehr ist für Köln der Bau eines großen Laboratoriums geplant, das nicht nur die besonderen Aufgaben dieser Werke bearbeiten, sondern auch als selbständiges Forschungsinstitut der sämtlichen dem Konzern gehörigen Werke dienen soll. Von diesen kommen zunächst hauptsächlich in Betracht: die Deutschen Wildermann-Werke, das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk, die Deutsch-Luxemburger Bergwerks- und Hütten-A. G., die Stinnes-Zechen und Mülheimer Bergwerksverein. Gegenüber dem mit billigen Wasserkräften arbeitenden ausländischen Wettbewerb muß eine Verringerung des Strompreises erzielt werden, weshalb die Kohle besser ausgenutzt werden soll, u. zw. dadurch, daß ihr, bevor sie künftig verbrannt wird, teilweise die wertvollsten Bestandteile an Öl und Stickstoff entzogen werden. Auf der Zeche Mathias Stinnes ist bereits eine größere Versuchsanlage in Betrieb; das Kölner Laboratorium soll dieses Verfahren nach der chemischen Seite ausbilden und die Zusammensetzung der Teile und ihre Verarbeitung zu technisch wertvollen Produkten studieren.

Kaiser-Wilhelm-Institut für kriegstechnische Wissenschaften.

Wie Prof. Haber in der am 9./10. April d. J. stattgehabten Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft mitteilte, ist ein Kaiser Wilhelm-Institut für kriegstechnische Wissenschaften gegründet worden. Die Stiftung hat den Zweck, durch das Zusammenarbeiten der besten wissenschaftlichen Kräfte des Landes mit den militärischen Kräften die Entwicklung der naturwissenschaftlichen und technischen Hilfsmittel der Kriegsführung zu fördern.

Die wissenschaftliche Arbeit erfolgt, wie „Glasers Annalen" vom 1. V. 1918 berichten, in folgenden Fachausschüssen:

1. **Ausschuß** für die chemischen Rohstoffe der Munitionserzeugung und für die Betriebsstoffe;
2. Ausschuß für die chemischen Kampfstoffe (Pulver, Sprengstoffe, Gaskampf u. dgl.);
3. Ausschuß für Physik, umfassend Ballistik, Telephonie, Telegraphie, Ziel- und Entfernungsbestimmung, Maßwesen u. dgl.;
4. Ausschuß für die maschinellen und verkehrstechnischen Hilfsmittel der Kriegsführung;
5. Ausschuß für Luftfahrt;
6. Ausschuß für Metallgewinnung und Metallbearbeitung.

Fragen auf den unter Ziffer 1 bis 6 angeführten Gebieten, die der wissenschaftlichen Klärung bedürfen, können an den Geschäftsführer der Stiftung gerichtet werden. Ihre Geschäftsräume befinden sich in Berlin NW 7, Unter den Linden 38 (Königliche Akademie der Wissenschaften).

Deutsches Forschungsinstitut für Textilindustrie in Reutlingen.

Das Institut ist von der süddeutschen Textilindustrie im Zusammenwirken mit der württ. Regierung, der Technischen Hochschule in Stuttgart, an die es als wissenschaftliches Institut angegliedert wurde, und dem Kgl. Technikum für Textilindustrie in Reutlingen, mit dem es verbunden sein wird, vor kurzem ins Leben gerufen worden. Es hat die Fortsetzung der Arbeiten der schon seit längerer Zeit in Reutlingen bestehenden Forschungsstelle für Textilstoffe übernommen und sofort in großem Maße ausgedehnt. Leiter des Instituts ist Professor Dr.-Ing. Otto Johannsen. Da die Reutlinger Textilanstalten schon in Friedenszeiten in großzügiger Weise ausgebaut worden sind und ausgedehnte Anlagen für Spinnerei, Weberei, Wirkerei, Stikkerei, Bleicherei, Färberei und Appretur umfassen und über chemische und mechanisch-technische Laboratorien verfügen, konnte die Forschungsarbeit hinsichtlich der praktischen, wirtschaftlichen Verwendbarkeit zahlreicher Stoffe sofort aufgenommen werden. Gegenwärtig werden in dem Institut alle Arten Papiere und Zellstoffe (Papiergarne, Zellulongarne usw.), neue Fasern wie Nessel, Zellstoffmischungen mit Baumwolle, Waldwolle Typha, Ginster, Kunststoffe (Viscose, Kupferoxydfaser) versponnen, verwoben und verwirkt und auf die für sie günstigsten Arbeitsverhältnisse untersucht. Mit Rücksicht auf die Draht- und Kabeltechnik hat auch diese Forschungsstätte für die Elektrotechnik eine gewisse Bedeutung. Zehme.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Eine Tafel zur Wellenlängenberechnung.

[Jahrb. d. drahtl. Telegr. Bd. 12, S. 511.]

Die Abb. 1 stellt eine von W. Eccles, London, angegebene Tafel zur Berechnung der Wellenlänge elektrischer Schwingungen aus Selbstinduktion und Kapazität des Schwingungskreises dar. Der meistens angewendeten Formel entsprechend

$$\lambda\,(\text{in cm}) = 2\pi\sqrt{L\,(\text{in cm})\,C\,(\text{in cm})}$$

sind Selbstinduktion und Kapazität in cm (d. h. L im elektromagnetischen, C im elektrostatischen Maße) eingetragen gleichzeitig aber auch, um die Benutzung der Formel

$$\lambda\,(\text{in m}) = 1{,}885\sqrt{L\,(\text{in }\mu\text{H})\,C\,(\text{in }\mu\text{F})}$$

zu ermöglichen, in μH (Mikrohenry) und μF (Mikrofarad). Die Tafel unterscheidet sich von anderen ähnlichen Hilfsmitteln, die bisher angegeben worden sind — Rechenschieber u. dergl. — dadurch, daß sie das ganze Gebiet von L, C und λ umfaßt, dessen Verwendung in der drahtlosen Telegraphie oder im Laboratorium wahrscheinlich ist. Ein zwischen den Punkten, die bekannten zwei Werten entsprechen, ausgespannter Faden erlaubt, den gesuchten dritten Wert an der dritten Skala abzulesen.

Rp.

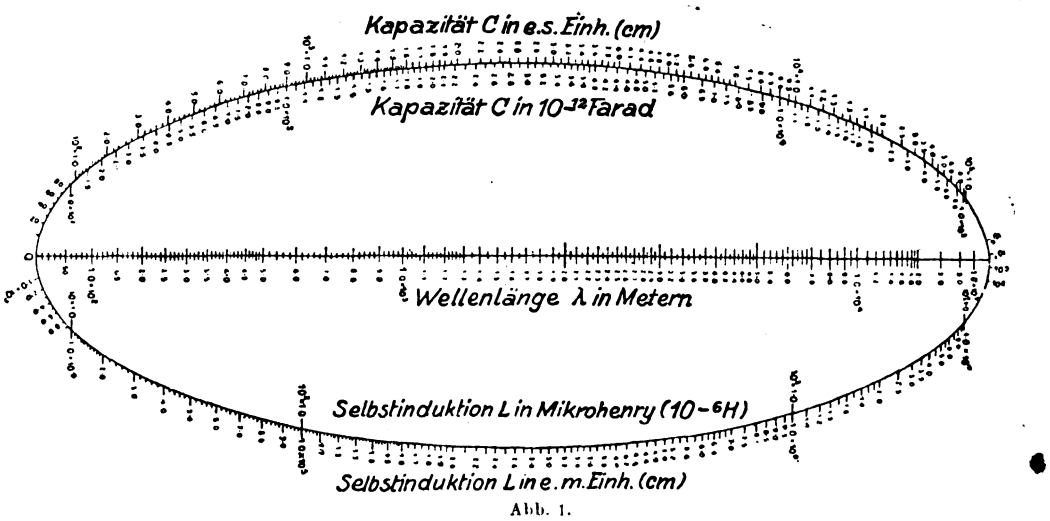


Abb. 1.

Bahnen und Fahrzeuge.

Über die Dreileiterschaltung bei elektrischen Straßenbahnen.

Am Schluß meines Aufsatzes, enthalten in der „ETZ", 1918, S. 161, habe ich das Ersuchen gestellt, es möchten die Bahnbetriebe, welche schon längere Zeit mit der Dreileiterschaltung arbeiten, ihre Erfahrungen bekannt geben. Dieser Aufforderung ist Dresden zuvorgekommen, insofern als Herr Dipl.-Ing. W. Riechers, Betriebsingenieur der städt. Elektrizitätswerke zu Dresden, in dankenswerter Weise in Nr. 210, 1918 der „Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke" einen Aufsatz über die Einführung des Dreileiterbetriebes bei der städt. Straßenbahn in Dresden schon veröffentlicht hatte, ehe mein Aufsatz erschienen war. In dieser Veröffentlichung weist Riechers größeren elektrischen Bahnbetrieben den Weg, wie Kupfer gespart bzw. frei gemacht werden kann, um es nicht länger nutzlos in der Erde vergraben liegen zu lassen. Gerade zur jetzigen Kriegszeit, wo die Kupferknappheit dazu zwingt, in mühseliger Weise Dächer abzudecken oder kupferne Hausgeräte aus Zimmer und Küche zu beseitigen, sollte die Frage der Einführung der Dreileiterschaltung doppelt ernst geprüft werden, und wenn es auch nur zu dem Zweck geschieht, um Kupfer zu gewinnen. Bedenken irgend welcher Art können nicht erhoben werden, nachdem außer in Nürnberg die beiden großen Straßenbahnbetriebe in Dresden und Wien die Dreileiterschaltung nachträglich eingeführt haben. Wien soll 16 600 kg Kupfer frei gemacht haben, obschon nur ein Unterwerk fertig gestellt ist. Riechers gibt für Dresden einen Zahlenwert nicht an.

Für die Fachwelt wäre es sehr wünschenswert, wenn Riechers seinen Bericht noch ergänzen und über nachstehende Punkte Aufschluß geben möchte. Die Belastung der Außenleiter wird für das Westkraftwerk in Dresden mit je 1480 A, und für das Ostkraftwerk mit 600 bis 800 A angegeben. Nach den Schaulinien der Stromschreiber kann als Differentialstrom mit ± 200 bis 300 A gerechnet werden. Hierfür stehen für das Westkraftwerk 3450 mm² und für das Ostkraftwerk 2050 mm² Nulleitungskabel zur Verfügung. Fraglos kann von diesen Rückleitungen eine ansehnliche Menge Kupfer entbehrt werden. Durch Versuch im praktischen Betriebe wäre dies ohne weiteres festzustellen möglich, indem man die Rückleitungskabel nach und nach abklemmt, bis ein zulässiger Querschnitt erreicht ist. Nächstdem wäre es wünschenswert, zu wissen, welche Ausdehnung die einzelnen Speisebezirke im Mittel haben, ob

Digitized by Google

deren zu Anfang angenommenen Längen ausgereicht, oder ob Verkürzungen sich als wünschenswert erwiesen haben.

Der Hinweis, daß früher in der Rückleitung ein Spannungsgefälle bis zu 30 V geherrscht hat, ist sehr beachtlich. Die Privatanschlüsse, welche von der Fahrdrahtanlage mit elektrischer Arbeit versorgt werden, haben sicherlich sehr unter den Spannungsschwankungen zu leiden gehabt. Die Herabsetzung des Arbeitsverlustes von 20% auf 12% dürfte sicher im Kohlenverbrauch sich sehr wohltuend bemerkbar gemacht haben, und es wären auch hierüber Angaben erwünscht.

Riechers bezeichnet es als untunlich, die beiden nebeneinander verlaufenden Fahrleitungen mit verschiedenen Polen zu versehen, weil dies bei der Anlage der Weichen und Kreuzungen Mißlichkeiten im Gefolge hätte, wie auch die Unterhaltung erschwere. Riechers hat recht, wenn er gegenwärtig, wo noch nicht abgeschlossene Erfahrungen vorliegen, dies als untunlich bezeichnet. Sollte es aber erreicht werden, tadellose Isolatoren zu bekommen und dauernd sicher wirkende Trennstücke in den Fahrleitungen, dann stände einem solchen Verfahren wohl nichts mehr im Wege. Weichen und Kreuzungen könnten ja einpolig bleiben, insofern diese abwechselnd einmal an den +Pol und das andere Mal an den −Pol gelegt werden. Ein stromloses Überfahren derartiger Netzteile fiele dann fort. Nützlich würde es sein, wenn jetzt schon im praktischen Betriebe Erfahrungen in dieser Richtung gesammelt würden. Die Arbeiten an der Oberleitung sind wenig gefährdet, wenn vor Inangriffnahme länger dauernder Arbeiten an den Trennstellen gleiche Polarität hergestellt wird.

Riechers erwähnt, daß Teile eines Bezirkes von diesem abgetrennt und einem anderen „selbstverständlich von derselben Polarität wie der Ersteren" zugewiesen werden können; hier dürfte ein Umschalten auf freier Strecke gemeint sein. Dies müßte freilich im stromlosen Zustande geschehen, das heißt: es darf eine Strecke erst dann umgeschaltet werden, wenn sie zuvor vom entgegengesetzten Pol abgetrennt worden ist. Anders ist es mit dem Umschalten an der Schaltwand. Dies kann ohne weiteres geschehen. Wenn das Schalten auf freier Strecke häufiger erfolgen sollte, so ist dies eine Unvollkommenheit der Schaltanlage. Man sollte tunlichst alle Bezirke an der Schaltwand umschaltbar einrichten.

Wertvoll wären Angaben über die Rückstrombelastung vor Einführung der Dreileiterschaltung und nach derselben; ebenso Angaben darüber, welcher Prozentsatz der Rückstromkabel hat entfernt oder zu Speiseleitungszwecken hat verwendet werden können.

Was nun die Umschaltbarkeit der einzelnen Bezirke zum Belastungsausgleich anbetrifft, so erscheint das Umklemmen der Kabel mit fliegenden Hilfskabeln sehr umständlich und wenig vollkommen. In Nürnberg und Wien ist deshalb jedes Kabel zum Umschalten eingerichtet. Hierdurch dürfte eine dauernde und bequem zu handhabende Abgleichung der beiden Netzhälften besser gewährleistet sein, als nach dem Dresdner Verfahren.

Daß der richtigen Bemessung der Längen in den einzelnen Bezirken ein erhebliches Interesse zukommt, betont ein Aufsatz von R. Shepard[1]) unter dem Titel „Sectionalisation of overhead for three wire operation". Der bemerkenswerte Aufsatz bringt in fünf verschiedenen Darstellungen die Einwirkung und den Stromausgleich bei verschiedener Unterteilung der Bezirke zur Anschauung. Allerdings ist bei dieser Betrachtung zu betonen, daß es nicht nur auf die relative Belastungsverschiebung in den einzelnen Bezirken ankommt, sondern auf die absolute Fahrdrahtbelastung an sich, da hiermit die Belastung und der Spannungsabfall im Schienengleis im direkten Zusammenhang stehen. Dieser kann aber eine unzulässige Höhe erreichen, ohne daß ein Nulleiterstrom zwischen dem betreffenden Bezirk und dem Kraftwerk fließt. Eine zu hohe Belastung der Schienen hat aber abirrende Ströme zu den metallischen Leitungen in der Erde zur Folge. Ob es empfehlenswert ist, wie dies in Omaha geschehen sein soll, die Schienen mit den metallischen Leitern (Wasser-, Gasröhren, Telephonkabeln) in der Erde zu verbinden, sei dahingestellt. Jedenfalls ist es vorzuziehen, die Strombelastung in den Schienen nicht so hoch kommen zu lassen, daß abirrende Ströme überhaupt entstehen können. Unter anderem wird auch auf eine Schaltung in Springfield, Mass., hingewiesen, die von der in Omaha abweicht, die mit Rücksicht auf Überlandstrecken eine besondere Ausgestaltung erfahren hat. Der Bericht ist im übrigen mehr theoretischer Natur, und es wäre zu wünschen, wenn die Einzelheiten der Dreileiteranlagen, insbesondere die Schienen- und Kabelbelastungen des näheren erörtert würden.

[1]) „Electric Railway Journal", Dezember 1917, S. 1040/41.

Zur Verhütung elektrolytischer Zerstörungen werden von E. H. Hagensick in einem Aufsatz: Line drops and rail potentials produced by three wire system" Maßnahmen beschrieben, wie solche in einem Unterwerk in Omaha (Mass.) anzutreffen sind.[1]) In diesem Bericht ist der wahlweisen Umschaltung der einzelnen Speiseleitungen auf den Plus- oder den Minuspol großes Gewicht beigelegt. Die Fahrdrähte verschiedenen Potentials stoßen aber nicht unmittelbar aneinander, sondern es sind zur Sicherheit zwischen den Fahrleitungsunterbrechern stromlose Stücke eingebaut. Diese Einrichtung wird als nachteilig bezeichnet, weil die Wagenführer aufpassen müssen, daß ihre Wagen unterhalb dieses stromlosen Leitungsstückes nicht zum Stillstand kommen. In dem Falle würden die Lampen erlöschen und das Anfahren nicht möglich sein. Nach den anderwärts vorliegenden Erfahrungen ist aber eine solche Bauweise unnötig und als überängstlich zu bezeichnen. Es wird weiter als Nachteil des Dreileitersystems ins Feld geführt, daß die Scheinwerferlampen doppelpolig umschaltbar gemacht werden müssen. Für innenstädtische Bahnen dürften Scheinwerfer mit Glühlampen wohl genügend sein. In dem Bericht ist in eingehenden Darlegungen zur Anschauung gebracht, wie durch die Einführung des Dreileitersystems das Schienenpotential nach und nach auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{10}$ des früheren Wertes gesunken ist. Ebenso ist auch festgestellt worden, daß die Strombelastung in den unterirdischen Röhren und metallischen Leitern nur ½ bis $\frac{1}{7}$ der früheren Größe beträgt.

Scholtes.

[1]) Vgl. „Electric Railw. Journ." vom 10. XI. 1917, S. 860.

Hebezeuge und Massenförderung.

Elektrisch betriebener Laufkran.

[Schweizerische Bauzeitung, Bd. 67, S. 61.]

Der Antrieb des von der Gießerei Bern gebauten Kranes von 20 t Tragkraft und 23,21 m Spannweite erfolgt durch Einphasen-Kollektormotoren, System Déri, der Firma Brown, Boveri & Cie. Eigenartig ist die mechanische Steuerung der Bürsten der auf der beweglichen Laufkatze untergebrachten Motoren vom Führerstand aus. Je ein längs der Kranbrücke verlegtes, sehr geschmeidiges, dünnes Stahlband ist an einem Brückenende befestigt und mittels Rollen flaschenzugartig an der Laufkatze geführt, während das andere Ende, ebenfalls flaschenzugartig, am Steuerhebel des Führerstandes endigt. Durch Änderung der Hebelstellung wird die Bandlänge verändert und dadurch ein als Zahnstange ausgebildetes Gewicht auf der Laufkatze gehoben oder gesenkt, wobei durch den Eingriff eines Zahnkolbens in diese Zahnstange die Bürstenhalterwelle gedreht und dadurch die Bürsten in der einen oder anderen Richtung verstellt werden. Die Steuerung der Bürsten des Kranfahrmotors kann, da dieser auf der Brücke feststeht, mittels gewöhnlicher Welle und Kegelräder von einem Handrad des Führerstandes aus bedient werden. Haupt- und Hilfshubwerk besitzen außer der elektromagnetischen Lüftungsbremsen noch als Senksperrbremsen ausgebildete Lastdruckbremsen als weitere Sicherheit für das Festhalten der Last.

F. W.

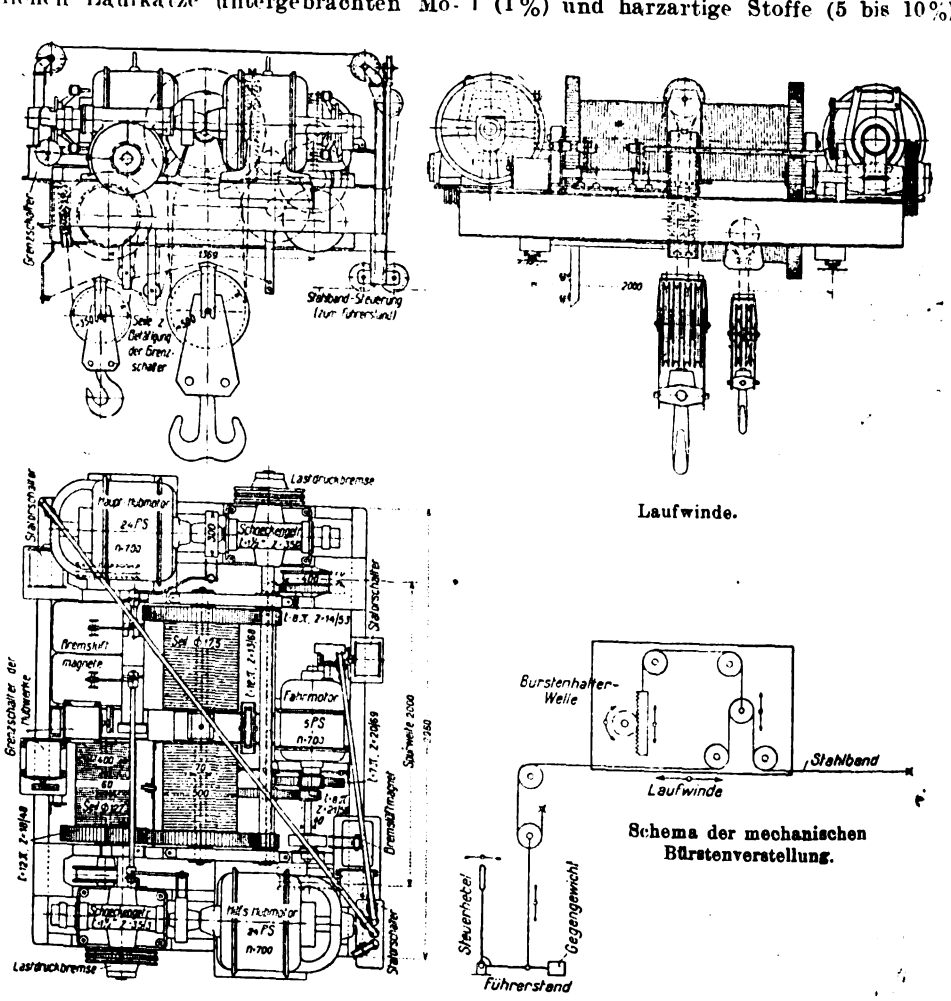


Abb. 2.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Brennkrafttechnische Gesellschaft.

Die am 5. XII. 1917 gegründete Brennkrafttechnische Gesellschaft[1]) hielt am 29. VI. 1918 ihre erste Hauptversammlung ab. Wie der Geschäftsführer, Geh. Reg.-Rat Gentsch[2]), mitteilte, ist eine große Anzahl von Behörden, Militärstellen und Fachverbänden der Gesellschaft beigetreten. Zwecks tatkräftiger Durchführung der Aufgaben, die vor allem in Untersuchung und Aufklärung über die richtige Verwendung der Brennstoffe bestehen, sind bereits verschiedene Fachausschüsse eingesetzt worden. In der Hauptversammlung, die Staatsminister von Möller leitete, wurden verschiedene Vorträge gehalten[3]).

Prof. Fischer vom Kohleforschungsinstitut in Mühlheim[4]) sprach über den Stand der Kohleforschung. Er erwähnte, daß die Steinkohlenvorräte noch für mehrere tausend Jahre reichen, und erklärte dann, daß die Forschung Klarheit über die bei richtiger Verwendung der Kohle auch bei uns mögliche Gewinnung aller Produkte der Petroleumindustrie gebracht habe. Durch Anlagerung von Wasserstoff wird versucht, die Kohle in Petroleum zu verflüssigen, durch Anlagerung von Sauerstoff, sie löslich zu machen. Durch Extraktion lassen sich aus der Steinkohle Öle (1%) und harzartige Stoffe (5 bis 10%) gewinnen, aus Braunkohle Wachs und harzartige Stoffe (zusammen 3 bis 30%), aus diesem

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 252.
[2]) Berlin W 9, Potsdamerstr. 21a.
[3]) „Voss. Ztg.". vom 29. und 30. VI. 1918.
[4]) Vgl. „ETZ" 1912, S. 1269; 1918, S. 306; 1916, S. 503.

Digitized by Google

Braunkohlenwachs wieder Benzol. Durchaus verschieden sind die Ergebnisse der Kohlendestillation je nach der angewandten Temperatur; je höher diese ist, desto größer ist die Gasausbeute, je niedriger, desto größer der Gewinn von Teer und Ölen. Die Verwendung der in großer Menge auftretenden Phenole ist eine Zukunftsfrage. Der Niedrigtemperaturteer hat im Kriege u. a. auch Anwendung als Anstrichfarbe (mit Mineralfarben) gefunden, und das aus Teer destillierte Solaröl ist ein vollwertiger Petroleumersatz. Von dem in der Kohle enthaltenen 1% Stickstoff werden nur 15% als Ammoniak gewonnen, bei Destillation mit Wasserdampf allerdings bis zu 60%. Bei einer Gesamtuntersuchung der deutschen Kohlen wird sich die Tieftemperaturdestillation für alle empfehlen. Benzin ist auch durch langsame Destillation von Braunkohlenteer zu gewinnen. Eine Verschwendung des Nationalvermögens durch Nichtvergasung aller Kohle findet entgegen manchen Behauptungen nicht statt. Die teerarmen Kohlen kommen für Vergasung nicht in Frage; die geeigneten Kohlen werden heute schon vergast.

Oberingenieur Th. Kayser, Berlin, sprach über die Flammenentwicklung der Großgasmaschine, insbesondere der Dieselmaschine, deren Zukunft von den Ölpreisen abhänge.

Direktor Kreyßig, Reichenbach i. V., sprach über die Wärmewirtschaft bei der Erzeugung elektrischer und mechanischer Arbeit. Er erörterte u. a. die Errichtung von Nahrungsmitteltrocknungsanlagen zur Schaffung von Vorräten. Es handelt sich hierbei auch darum, nicht zu hohe Temperaturen anzuwenden, welche die Zusammensetzung und Bekömmlichkeit der Nahrungsmittel beeinträchtigen könnten. Zur Ausnutzung überschüssiger Energiemengen wird vom Redner die Zusammenlegung verschiedenartiger Betriebe gefordert, so z. B. von Spiritusfabriken mit Müllereien. Von den in Deutschland jährlich verbrauchten etwa 60 Mill. kWh könnten die Zuckerfabriken 250 bis 300 Mill. kWh abgeben. Der Staat wäre berufen, auf die Energiewirtschaft einzuwirken, wenn die einzelnen Industriezweige hierbei nicht genügend Rücksicht aufeinander nehmen. Man könnte sich ein Gesetz und ein Amt denken, welche dafür sorgen, daß die Kohle etwa zu 50% ausgenutzt werde. In dieser Richtung sind während des Krieges das Kriegsamt und die Kohlensteuer wirksam gewesen. Dem kaufmännischen Unternehmungsgeist wäre Spielraum zu lassen. Vorausgehen müßte allen solchen Schritten eine genaue Statistik des Kraft- und Wärmeverbrauches, wozu die Kriegsamtsstellen bereits wertvolle Vorarbeit geleistet hätten.

Prof. Kutzbach, Dresden, sprach über die Brennstoffprobleme des Flugmotors.

Z.

Technische Messe in Leipzig.

In diesem Jahre, und zwar am 25. August, fand in Verbindung mit der Herbstmustermesse in Leipzig erstmalig eine Technische Messe statt. Sie hat die Aufgabe, der technischen Industrie alle die Vorteile zu verschaffen und zu sichern, die der Handel und das Gewerbe bisher in reichem Maße aus den Mustermessen zu Leipzig gezogen haben. Unter den schwierigen Verhältnissen, die durch den Krieg herbeigeführt wurden, und den noch schwierigeren, die der Übergang zur Friedenswirtschaft mit sich bringen wird, kommt der Mitwirkung der Technischen Messe eine außerordentliche und weittragende Bedeutung zu. Zur Förderung der Betrebungen der Technischen Messe läßt das Meßamt für die Mustermessen in Leipzig zu der von ihm herausgegebenen amtlichen Zeitung „Die Leipziger Mustermesse" als Beilage unter dem Namen „Die Technische Messe" eine Zeitschrift für die Arbeits- und Lieferungsinteressen der technischen Industrie erscheinen. Diese wird unter Vermeidung jeder Reklame für die einzelnen Firmen nur den Interessen der Allgemeinheit dienen.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Umsatzsteuerpflicht der freien Berufe.

Nach dem Verlauf der Verhandlungen im Reichstage und nach der Fassung des Gesetzes sind die freien Berufe, also Beratende Ingenieure, Architekten, Landmesser, selbständige Chemiker, Rechtsanwälte, Patentanwälte, Ärzte usw. nicht umsatzsteuerpflichtig. In den Vorberatungen über das Umsatzsteuergesetz ist zwar von Umsatzsteuer für freie Berufe die Rede gewesen, es wurden aber derartig triftige Gründe dagegen vorgebracht[1]), daß im Reichstage das Gesetz ohne Umsatzsteuerpflicht der freien Berufe angenommen wurde. In dem Umsatzsteuergesetz ist nunmehr ganz scharf festgestellt, was umsatzsteuerpflichtig ist, die Einkommen und der Erwerb der freien Berufe sind nicht genannt; ebensowenig ist davon in den Ausführungsbestimmungen die Rede. Selbstverständlich ist nicht ausgeschlossen, daß auch von Angehörigen der freien Berufe umsatzsteuerpflichtige Geschäfte getätigt werden, die dann auch nicht von der Umsatzsteuerpflicht ausgeschlossen sind. Dies gilt z. B. für Zivilingenieure, welche sich mit der gewerbsmäßigen Vertretung von Firmen in Handelsgeschäften befassen; diese sind auch im Gegensatz zu Beratenden Ingenieuren gewerbesteuerpflichtig[2]). Dr. Cantor.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9320.

Als Ergänzung zu dem Bericht des Generalsekretärs auf S. 339 der „ETZ" 1918 bringen wir noch nachstehenden Abschluß der Bücher für das Jahr 1916 zur Kenntnis.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. G. Dettmar.

[1]) „ETZ" 1918, S. 298.
[2]) Vgl. „ETZ" 1913, S. 1270.

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 24. IV. 1917[1])

Diskussion

zum Vortrag des Herrn Prof. S. Ruppel, Frankfurt a. M.: „Der Blitzableiter im Plan des Gebäudes"[2]).

Herr Baurat **Marcuse**: Der Vortrag des Herrn Prof. Ruppel brachte außerordentlich vieles von allgemeinem Interesse. Einen Punkt muß ich aber noch hervorheben, der hauptsächlich das Hindernis ist, daß die Blitzableiter noch keine weitere Ausdehnung gewonnen haben. Als Zweck des Vortrages wurde angegeben, daß die Architekten zum Projektieren der Blitzableiter mehr herangezogen, und ferner, daß möglichst auf einen allgemeinen Zwang zur Einführung der Blitzableiter hingewirkt werden soll. Gegen letzteres spricht der Umstand, daß die Blitzgefahr in den verschiedenen Gegenden außerordentlich verschieden ist, und daß jeder, der heutzutage Nutzbauten errichtet, so billig wie möglich bauen möchte. Er vermeidet jede Anlage, deren Notwendigkeit nicht nachgewiesen ist. Das gilt nicht nur von Privatbauten, sondern auch von fiskalischen Bauten. Vor geraumer Zeit hatte ich einmal den Auftrag, eine Anzahl von kleinen Gebäuden in waldiger Gebirgsgegend auszuführen. Hierbei stieß mir die Frage auf: Ist nirgends ein Blitzableiter vorgesehen? Mir war bekannt, daß zahlreiche Blitzschläge in der Gegend vorkamen, und es wurde erst nachträglich die Frage erörtert: Müssen wir überhaupt Blitzableiter haben? Die Frage wurde nach den verschiedenen Standorten der Gebäude verschieden beantwortet. Der Herr Vortragende hat ja gerade selbst äußerst dankenswerte Untersuchungen über Häufigkeit der Blitzschläge angestellt. Die Frage ob Einschläge zu befürchten sind, legt sich jeder in erster Linie vor, und der gewöhnliche Landmann legt den Blitzableiter nicht eher an, als bis ihm ganz klar gemacht ist, du mußt ihn haben, die Gegend ist gefährdet. Beim Projektieren der Gebäude wird noch nicht daran gedacht, ob ein Blitzableiter notwendig ist. Deshalb nimmt der Architekt darauf auch nicht Rücksicht. Erst später heißt es, wir müssen einen Blitzableiter haben, und dann wird der erste beste bekannte Fachmann herangezogen, und so kommen die unschönen Blitzschutzanlagen zustande, von denen der Herr Vortragende hier geredet hat. Ich glaube, es muß erst eine größere Klarheit verbreitet werden, wie sich die Blitzgefahr an den verschiedenen Orten und für verschiedene Gebäudearten stellt. Nach meinen Erfahrungen sind wasserreiche Gegenden, ausgedehnte Moore usw. Blitzschlägen besonders ausgesetzt, ganz abgesehen von hoch gelegenen Punkten. Ebenso halte ich einzelnstehende Gebäude in der Ebene für besonders gefährdet. Anderseits gibt es Orte, an denen eine Blitzgefahr nicht zu befürchten ist. Solange z. B. in Berlin die oberirdischen Telephonanlagen vorhanden waren, bildeten sie einen so vorzüglichen Blitzschutz, daß meines Wissens in den ganzen Jahren ein Blitzschlag nicht vorgekommen ist. Jetzt kommt es wieder öfter vor. Viel Blitzschläge waren ja nicht zu beklagen. Die zahlreichen eisernen und son-

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 274.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 324, 333.

Gewinn- und Verlustkonto 1916.

	Mark	Mark		Mark	Mark
An 9 Schuldner:			An 6 Gläubiger:		
Gehaltkonto	40 472,—		Zeitschriftkonto	7 266,15	
Tantiemekonto	366,70		Drucksachenkonto	15 728,28	
Bureauunkostenkonto	6 592,93		Mitgliederbeitragskonto	56 411,70	
Mietskonto	3 062,50		Gutachtenkonto	1 100,—	
Archivkonto	1 673,79		Diverse Einnahmen- u. Ausgabenkonto	23 232,75	
Kommissionsmitglieder-Reisekonto	4 870,80		Zinsenkonto	13 730,03	
Utensilien- u. Mobilienkonto	675,70				117 468,91
Jahresversammlungs-Unkostenkonto	356,60				
Effektenkonto, Kursverlust	19 762,35				
		77 833,37			
Saldo Reingewinn		39 635,54			
		117 468,91			117 468,91

Aktiva und Passiva des Verbandes Deutscher Elektrotechniker e. V. am 31. Dezember 1916.

		Mark	Mark			Mark	Mark
	A. Aktiva.				B. Passiva.		
1.	Effekten		337 708,—	1.	Gläubiger		11 053,85
2.	Kassa		2 046,58		Saldo		348 536,18
3.	Bankguthaben		866,31				
4.	Außenstände		18 969,14				
			359 590,03				359 590,03

Vorstehende Bilanz nebst Gewinn- und Verlustkonto haben wir auf Grund der ordnungsmäßig geführten Geschäftsbücher des Verbandes Deutscher Elektrotechniker e. V. zu Berlin und der uns vorgelegten Belege geprüft und richtig befunden.

Berlin, den 11. Juni 1917. Dr. Max Levy. L. Schröder Paul Reiß, Bücherrevisor.

Digitized by Google

stigen Metalleitungen gewähren etwas Sicherung. Ich habe aber vor kurzem erst beobachtet, daß ein kleines Türmchen einen Blitzschlag erhielt, der den Turm abgedeckt hat, weil keine Verbindung der Metallteile mit der Erde vorhanden war. Es ist deswegen außerordentlich schwierig, einen polizeilichen Zwang auszuüben und zu sagen, Ihr müßt unbedingt Blitzschutz haben. Zu einer solchen Maßregel wird sich die Polizei erst dann verstehen können und dürfen, wenn wirklich nachgewiesen ist, daß eine erhebliche Gefahr tatsächlich vorliegt. Dieser Nachweis fehlt noch. Er ist aber unbedingte Voraussetzung, ehe die Polizei dazu schreiten kann, Bestimmungen zu treffen.

Herr **Ruppel**: Zu der Anfrage des Herrn Baurat Marcuse bemerke ich, daß natürlich die Blitzgefährdung in den verschiedenen Bezirken ziemlich große Unterschiede aufweist. Nach den Aufzeichnungen über die Verteilung der Blitzschläge läßt sich schließen, daß dort, wo das Grundwasser hoch steht, im allgemeinen die Blitzgefährdung größer ist als in Bezirken mit tief liegendem Grundwasser. Man kann aber nicht sagen, daß eine Gegend unbedingt von Blitzschlägen verschont bleibt; es ist beobachtet worden, daß viele Jahre in einem engeren Bezirk kein Blitzschlag niedergegangen ist, und daß dann mehrere Jahre mit Blitzschlägen folgten. Auch das Umgekehrte ist schon der Fall gewesen. Einen Einfluß auf die Blitzgefährdung kann neben klimatischen Veränderungen die Veränderung des Grundwasserspiegels bei Anlage von Entwässerungen, Anbringung von Wasserleitungen und sonstiges haben. Ich würde es aber nicht für richtig halten, wenn man, auf der geringeren Blitzdichte fußend, in solchen Gegenden keine Blitzableiter anbringen würde. Es ist nicht zu vermeiden, daß durch die baupolizeilichen Bestimmungen eine Gegend mehr Vorteil haben wird als eine andere. Wenn man untersucht, wie groß die Zahl der Brände für 100 000 Gebäude ist, so findet man, daß diese Zahl in der Stadt ungefähr 10-mal größer ist als auf dem Lande, trotzdem sind die baupolizeilichen Bestimmungen zum größten Teil auch dort in Geltung. Dagegen ist die Zahl der zündenden Blitzschläge für 100 000 Gebäude auf dem Lande etwa 3-mal so groß wie in der Stadt.

Es ergeben sich z. B. zündende Blitzschläge für

Frankfurt a. M. .	0,3	Dresden. . . .	1,3
Magdeburg . . .	0,6	Bremen . . .	4
München . . .	1	Leipzig . . .	7

als höchste Zahl der größeren Städte.

In dem einen Fall zahlen also die Bewohner des Landes die Prämien für Brände in der Stadt mit, im anderen Falle umgekehrt. Es wird sich also auch bei der baupolizeilichen Bestimmung für Blitzableiter wie auch sonst in anderen Fällen keine völlig gleiche Verteilung einer etwaigen Belastung ergeben. Maßgebend für die Schaffung der Bestimmung ist die Durchschnittsgefahr, und diese ist ohne Zweifel so groß, daß man die Blitzableiter bauen muß, wenn auch in einzelnen Gegenden die Blitzableiter keinen so hohen Wirkungsgrad haben als dort, wo sie dringend nötig sind.

Wenn wir Bestimmungen schaffen wollen, dürfen wir uns nicht dadurch beirren lassen, daß in einzelnen Gegenden vielleicht einige Blitzableiter zu viel sind, wir müssen unbedingt anstreben, daß überall unsere Bodenerzeugnisse geschützt werden.

Herr **Herholz**: Ich möchte mich den Bedenken anschließen, die der Regelung der ganzen Frage durch baupolizeiliche Vorschriften im Wege stehen. Ich halte es vielmehr für richtiger, wenn die Gesellschaften, die den Nutzen von der Erweiterung des Blitzschutzes haben, der Sache näherträten, nämlich Feuerversicherungsgesellschaften und Landesbrandkassen. Letztere bemühen sich schon sehr um die Erhöhung des Blitzschutzes, die Privat-Feuerversicherungsgesellschaften standen aber bisher dieser Frage sehr gleichgültig gegenüber. Die Gesellschaften, die den Schaden zu tragen haben, sollten in erster Linie dafür eintreten, daß die Blitzgefahr besonders auf dem Lande vermindert wird.

Herr **Ruppel**: Nach meiner Meinung haben die Privat-Feuerversicherungsgesellschaften folgenden Grund:

Getroffen wird in der Regel das Gebäude, sodaß der Schaden, der an Mobilien auftritt, nicht groß ist, der Hauptschaden entfällt auf Immobilien. Diese Immobilien sind aber in der Regel bei den staatlichen Versicherungsgesellschaften versichert, da für die Gebäudeversicherung in den meisten Gegenden ein Zwang besteht. Ich habe die Schadenkurve für Preußen sowohl für Immobilien als auch für Mobilien aufgestellt, und daraus können Sie ersehen, daß der Hauptschaden immer auf die Immobilien entfällt, das was durch Mobilien dazukommt, ist verhältnismäßig gering und entsteht in der Hauptsache durch Zündungen. Die Privatgesellschaften, bei denen im wesentlichen nur Mobilien versichert sind, hatten also bisher ein verhältnismäßig geringes Interesse am Blitzableiterbau. Es ist aber auch zu berücksichtigen, daß das Hauptinteresse, nämlich das allgemein wirtschaftliche und nationale, beim Staat liegt, und daß der Staat durch seine Gebäude-Versicherungsgesellschaften mitarbeiten wird. Ob man es dabei soweit bringen kann, daß die staatlichen Feuerversicherungsgesellschaften die Blitzableiter bauen, bezweifle ich sehr, denn im allgemeinen wollen die Gesellschaften nicht so weit gehen. Aber selbst wenn die Versicherungsgesellschaften Blitzableiter bauen, zahlt es doch indirekt der Versicherer. Sie sehen auch aus der Frage des Herrn Herholz, daß noch verschiedenes zu überlegen ist, dazu soll aber gerade der Ausschuß dienen, in dem die Architekten vertreten sind, die sich naturgemäß auch schon bisher am eingehendsten mit den baupolizeilichen Maßnahmen beschäftigt haben. Wenn auch nicht der erste Weg zum Ziele führt, so werden doch die Verhandlungen mit den Behörden sicher eine befriedigende Lösung bringen.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. Dem Privatdozenten für Physik an der Universität Berlin, Dr. W. Westphal, und dem Privatdozenten für Physik an der Universität Göttingen, Dr. E. Madelung, wurde der Professortitel verliehen. — Prof. G. Jäger von der Technischen Hochschule Wien wurde zum ord. Professor der theoretischen Physik an der Universität Wien ernannt.

R. W. Blackwell †.

In England starb vor einiger Zeit Robert Winthrop Blackwell, einer der Pioniere des elektrischen Straßenbahnwesens. Blackwell wurde 1858 in Amerika geboren und studierte daselbst die Rechte. Er gründete später mit E. W. Bentley und W. H. Knight die Bentley-Night Electric Railway Co. in New York, die im Jahre 1884 die erste elektrische Straßenbahn in Cleveland, Ohio, baute. 1889 ging diese Firma in die Thomson-Houston Co. in Lynn, Mass., auf. 1890 ging Blackwell nach England und war hier zuerst Teilhaber der Firma Greenwood & Batley in Leeds, später Teilhaber und Führer der Firma Robert W. Blackwell & Co., welche Firmen eine große Anzahl von elektrischen Straßenbahnen und anderen Bahnanlagen bauten, unter welchen letzteren die 1909 unter Philip Dawson als Beratendem Ingenieur der Bahngesellschaft mit deutschem Material hergestellte elektrische Einrichtung der London, Brighton and South Coast Railway Co. zu nennen ist.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über die Normalisierung von Drehstromspannungen.

Die Anregung des Herrn Dr. RÜDENBERG auf S. 233 der „ETZ" 1918 ist zweifellos beachtenswert und sollte, soweit die höheren Spannungen in Frage kommen, vom V. D. E. aufgenommen werden. Für die Niederspannungen möchte ich aber Herrn RÜDENBERG empfehlen, sich doch etwas mehr auf den Boden der Wirklichkeit zu stellen! Ein System, das sich über die gebräuchlichen Spannungen von 110, 220 und 380 V hinwegsetzt, hat meiner Meinung nach keine Aussicht auf Erfolg. Ich möchte daran erinnern, daß diese Spannungen nicht so ganz willkürlich entstanden sind, sondern s. Zt. dem Stand der Glühlampentechnik entsprachen und teilweise wohl auch jetzt noch entsprechen. Wie soll z. B. ein 220 V-Netz nach RÜDENBERG umgebaut werden? Für 320 V dürften in absehbarer Zukunft keine Glühlampen für geringe Lichtstärke zu beschaffen sein; auch die erhöhte Lebensgefahr fällt in diesem Bereich schon ins Gewicht. Der Umbau für 180 V wäre aber ein entschiedener Rückschritt und kommt nicht in Betracht.

RÜDENBERGs Annahme, „die Herstellung des bei weitem größten Teils der elektrischen Anlagen stehe noch bevor", dürfte für die gewöhnlichen Niederspannungsanlagen kaum zutreffen, denn es sind heute wohl alle größeren Städte der ganzen Welt mit elektrischen Verteilungsnetzen, meist für 110 bis 120 oder 220 bis 240 V versehen. Den Umbau dieser bestehenden Anlagen für 100, 180 oder 320 V halte ich für ebenso aussichtslos, wie etwa die Einführung einer neuen Normalspurweite auf den europäischen Eisenbahnen!

Ich schlage deshalb Herrn RÜDENBERG vor, die unteren Spannungsstufen seines Systems wie folgt zu ändern: 120, 220, 380, 580, 1000 V usw. Der angestrebte Vorteil des $1:\sqrt{3}$-Verhältnisses bleibt dann bei den drei untersten Stufen mit genügender Annäherung erhalten, nur bei 380 bis 580 fällt er aus; dieser Schönheitsfehler dürfte aber zu ertragen sein.

Berlin, den 18. VI. 1918.

L. Schüler.

Erwiderung.

Ich begrüße die Zustimmung von Herrn Schüler zu der vorgeschlagenen Normal-Hochspannungsreihe. Seine anderen Ausführungen stellen jedoch Vermutungen oder Mißverständnisse dar.

Die Häufigkeit elektrischer Stadtnetze hat nichts zu tun mit der Tatsache, daß die elektrotechnische Erzeugung in Zukunft viel größer ist als bisher. Jeder Kenner der Produktionsstatistik wird mir hierin zustimmen.

Über die bisherigen Niederspannungen 120, 210, 380 V habe ich mich nicht „hinwegsetzen" wollen, sondern ich habe auf S. 234, Sp. 1, Z. 12 bis 24 ihre Abschaffung als undiskutabel hingestellt und habe in Abb. 1 für dieselben keine Änderung angegeben und sie in Abb. 2 nur dünn und gestrichelt angedeutet. Dies hat Herr Schüler wohl übersehen.

Will man ein einheitliches Normalsystem erhalten, das die gebräuchlichen Spannungen unter 1000 V nach Möglichkeit mit umgreift, so muß man auf einige der in meinem Aufsatz erwähnten Gesichtspunkte verzichten. Legt man keinen Wert auf die beste Anpassung der hohen Spannungen an die bisherigen, so kann man von 120 V aus in Stufen von $\sqrt{10}$ fortschreiten und erhält die abgerundeten Zahlen unter B der beistehenden Zahlentafel.

A	B	C
100	120	125
180	210	220
320	380	380
580	680	650
1 000	1 200	1 100
1 800	2 100	1 900
3 200	3 800	3 300
5 600	6 800	5 800
10 000	12 000	10 000
18 000	21 000	17 500
32 000	38 000	30 000
56 000	68 000	52 000
100 000	120 000	90 000
180 000	210 000	155 000
320 000	380 000	270 000
560 000	680 000	470 000

Legt man keinen Wert auf die Wiederholung der gleichen Ziffern in allen Dekaden, so kann man die Stufung zu genau $\sqrt{3}$ wählen und erhält ausgehend von 10 000 V nach oben und unten die abgerundeten Zahlen unter C der Zahlentafel. In Spalte A sind die Zahlen aus meinem Aufsatz zum Vergleich hinzugefügt. Welche Gesichtspunkte für wichtiger gehalten werden, wird am besten durch eingehende Diskussion der Beteiligten festgestellt.

Z. Zt. Sellin, 27. VI. 18.

R. Rüdenberg.

Der gegenwärtige Stand der Technik der elektrischen Kochapparate.

Die auf S. 264 der „ETZ" 1918 befindliche Abhandlung vom Generalsekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins enthält in der dritten Rubrik oben folgende Bemerkung:

„Neuere Fabriken verwenden aus Tonerden, Schamotte- und Porzellanerden und entsprechenden Bindemitteln hergestellte Isoliermassen, die in Pulverform unter äußerst hohem Druck und gleichzeitiger Zuführung von Wärme zusammengepreßt werden, nachdem der Widerstandsdraht eingebracht wurde. Heizkörper dieser Art haben sich in den Dauerproben als besonders gut hitzebeständig und ebenso gut bei der Isolationsprobe erwiesen. Vielleicht muß dieser Art von Isolierung für die Heizkörper nach dem Kriege auch in Deutschland mehr Beachtung als bisher geschenkt werden, auch mit Rücksicht auf den großen Bedarf an Glimmer, der später für Maschinen zu erwarten ist, und welcher stets aus englischen Kolonien bezogen werden muß."

Es liegt im Sinne dieser Bemerkung, daß dieses Verfahren eine schweizerische Neuerung

Digitized by Google

bedeutet, die zur Einführung auch in Deutschland empfohlen wird. Dies ist indessen nicht zutreffend, vielmehr wurde das Verfahren zuerst in Deutschland eingeführt und ist der Gegenstand des D. R. P. Nr. 284 316 vom 2. XII. 1913 von Hugo Helberger, München, mit folgendem Patentanspruch:

„Verfahren, elektrisch zu beheizende Gegenstände mit einem Heizkörper dadurch zu versehen, daß der Heizwiderstand in den Gegenstand eingelegt, mit einer isolierenden Paste bedeckt und diese stark zusammengepreßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß auf eine Widerstandsspirale Magnesit mit Chlormagnesium oder einem anderen Bindemittel versetzt, feucht, aber noch pulverförmig aufgeschüttet wird und mittels einer Presse zu einem festen, in dem zu beheizenden Gegenstand haftenden Stein zusammengepreßt wird, wobei die Heizspirale in einer für die Wärmeübertragung günstigen Weise deformiert wird."

Dieses Verfahren wurde im Februar 1915 von Ferdinand Zurlinden-Waßmer, Aarau, erworben, der die schweizerische Firma „Maxim" in Aarau gründete zum Zwecke der Fabrikation derartiger Apparate in der Schweiz.

Wie aus dem Bericht des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins hervorgeht, haben sich diese Apparate in der Schweiz gut eingeführt und bestens bewährt, und bedauert nur der Berichter, daß in Deutschland diese Konstruktion noch nicht genügend vertreten ist.

Zu diesen Ausführungen muß ich bemerken, daß meine Firma im Jahre 1913 die Einführung dieser Neukonstruktion mit großem Erfolge angefangen hat, daß aber durch den Mangel an Material, vor allem an Nickeldraht die Fabrikation außerordentlich gehemmt, wurde. Der Mangel an Glimmer bedeutet indessen für das Verfahren keinen Nachteil, da derselbe ebenso wie Asbest vollständig entbehrlich ist.

München, 11. VII. 1918.

Hugo Helberger.

LITERATUR.

Besprechungen.

Einführung in die technische Elektrochemie. Bd. 2: Ausgewählte Kapitel der Elektrolyse wässeriger Lösungen und die Gewinnung des Aluminiums. Unter Mitwirkung hervorragender Fachgenossen herausgegeben von Dr. Paul Askenasy. Mit 118 Abb. 314 S. in 8°. Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Braunschweig 1916. Preis geb. 12,40 M.

Dem ersten Bande dieses kleinen Sammelwerkes, welcher 1910 erschien und Karbid, Elektrostahl, sowie andere elektrothermische Verfahren umschloß, ist endlich der zweite Band gefolgt, in welchem Galvanotechnik, Kupferraffination, übermangansaures Kali, Chromsäure, Elektrolytbleiche, Alkalichloridelektrolyse und Aluminium behandelt werden.

Die Art und die Ausführlichkeit, in welcher die verschiedenen Abschnitte von den einzelnen Verfassern behandelt werden, ist ziemlich verschieden. Wie bei vielen technischen Werken ist für die Beurteilung zu beachten, daß auch die sachkundigsten Schriftsteller fast nie ein ganz richtiges Bild vom gegenwärtigen Stande der Verfahren geben, weil für sie gemeinhin der Leitspruch gilt: Das beste, das Du weißt, darfst Du den Lesern doch nicht sagen. Immerhin bietet der vorliegende Band vieles Wertvolle und manches bisher wenig Bekannte.

Alles in allem heiße ich den neuen Band des anscheinend mit Schwierigkeiten kämpfenden Unternehmens bestens willkommen.

K. Arndt.

Handbuch der allgemeinen Chemie. Unter Mitwirkung vieler Fachleute herausgegeben von Prof. Wilh. Ostwald und Prof. Carl Drucker. Bd. II: Die Edelgase. Von Sir William Ramsay und Dr. George Rudorf. VIII und 407 S. in 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig 1918. Preis 26 M.

Von einem Handbuch der allgemeinen Chemie, herausgegeben von Wilh. Ostwald und C. Drucker, ist zunächst der zweite Band, der die Edelgase behandelt, erschienen. Der eine der Verfasser ist an der Entdeckung der Edelgase in hervorragendem Maße beteiligt gewesen, beide haben durch ihre Arbeiten unsere Kenntnis dieser Stoffe stark gefördert; somit lag die Abfassung dieses Buches in guter Hand. Mit großer Sorgfalt haben die Verfasser alles Material zusammengetragen, so daß ziemlich alles, was über die Edelgase bekannt ist, in diesem Werk zu finden ist. Allerdings sind, worauf auch im Vorwort hingewiesen ist, die hauptsächlich den Physiker und Elektrotechniker angehenden Eigenschaften sehr viel kürzer behandelt als die physikalisch-chemischen Eigenschaften. Da außerdem das Erscheinen des Buches offenbar durch den Krieg verzögert worden ist, während die Handschrift bei Kriegsausbruch fertig vorgelegen zu haben scheint, ist die Literatur nur bis 1913 berücksichtigt. Ein allgemeiner Teil gibt zunächst einen Überblick über das ganze Gebiet, und daran schließen sich ausführliche Zusammenfassungen über die Eigenschaften der einzelnen Edelgase einschließlich der radioaktiven Emanationen; den Schluß bilden umfassende Literaturzusammenstellungen. Die Ausführlichkeit scheint dem Berichterstatter manchmal sogar etwas sehr weit getrieben, da auch stark problematische Arbeiten in die Besprechung aufgenommen worden sind. Auf jeden Fall wird das Buch bei allen die Edelgase betreffenden Fragen mit Vorteil zu Rate gezogen werden können.

Dr. Ulfilas Meyer.

Form und Endziel einer allgemeinen Versorgung mit Elektrizität. Von Ludwig Aschoff. 84 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 2,40 M.

Die vorliegende Schrift von Regierungsbaumeister a. D. Aschoff verdient besondere Beachtung, auch wenn man dem von ihm vorgeschlagenen Weg, zwischen dem Staat als Erzeuger und dem Abnehmer, die Provinzialverwaltungen als Vermittler und Verteiler des elektrischen Stromes einzuschieben, nicht beistimmt. Schon die geschickt ausgewählten und richtig ausgewerteten statistischen Unterlagen sind wertvoll. Durch Betrachtung sämtlicher preußischer öffentlicher Elektrizitätswerke wird — auf S. 44 — z. B. nachgewiesen, daß die gleichzeitige Höchstbelastung eines alle jene Werke ersetzenden Großkraftwerkes weniger als 40% der eingebauten Kilowatt aller bestehenden, mittleren und kleinen Anlagen betragen würde. Hieraus folgt einwandfrei, daß dieses Großkraftwerk unter Hinzurechnung der aufzustellenden Reserven und der Verluste nur etwa die Hälfte der bisherigen Maschinenleistungen benötigt. Die durch das Großkraftwerk bedingte Ersparnis an Maschinen beträgt also nach Aschoff 50%, während sie nach Voigt (vergl. „Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke" Nr. 200, S. 306) 0% ist.[1])

Aschoff schätzt den Elektrizitätsverbrauch Preußens in den Jahren zwischen 1926 bis 1930 auf insgesamt 17 Milliarden kWh — ohne Berücksichtigung des elektrischen Vollbahnbetriebes — und macht folgende Rechnung auf:

Vom Staate aufzuwendendes Anlagekapital für Kraftwerke, 100 000 V-Leitungen und Haupttransformatoren . . .	1,4 Milliard.	M,
Stromeinnahme unter der Annahme, daß der Staat seinen Großabnehmern, als die ausschließlich die Provinzialverwaltungen angesehen werden sollen, die elektrische Energie zu einem Preise von 35 M/kW-Jahr zuzüglich 1,7 (bei großer Benutzungsdauer 1,4) Pf für jede wirklich verbrauchte Kilowattstunde verkauft	427	Mill. M
Betriebsausgaben	265	„ „
Betriebsüberschuß	162	„ „
Kapitaldienst	110	„ „
Reinüberschuß	52	„ „

Hiervon sind jedoch noch 11 Mill. M für „Voraufwendungen" in Abzug zu bringen, da die neuen Staatsanlagen natürlich nicht sofort voll ausgenutzt werden können.

Der wirkliche Reinüberschuß des Staates aus dem Stromlieferungsgeschäft beträgt nach der Aschoffschen Berechnung mithin 41 Mill. M.

Diese Berechnung gilt für den in der Praxis natürlich völlig unmöglichen Fall, daß der preußische Staat gewissermaßen alles Bestehende kurz und klein schlägt und eine völlig neue Stromerzeugung schafft. Dann müßte er die vorhandenen Werke voll entschädigen. Die hierfür jährlich aufzuwendende Summe schätzt Aschoff auf 50¾ Mill. M.

Sie kann daher aus dem Reingewinn nicht gedeckt werden, der Staat würde vielmehr bei Durchführung eines derartigen Planes bei der Stromerzeugung jährlich rd 10 Mill. M zusetzen.

Der Verfasser sucht nun auch festzustellen, wie die Verhältnisse sich gestalten würden, wenn der Staat den Ausbau und den Betrieb so regelt, daß er keine wesentliche Entschädigung an bestehende Unternehmungen zu zahlen hat. Er könnte dabei in der Weise vorgehen, daß große vorhandene Werke zur Stromlieferung herangezogen würden. Eine Schadloshaltung käme dann für eine gewisse Zahl mittelgroßer Werke in Frage, bei denen der Unterschied zwischen den eigenen Betriebskosten und dem Strombezugspreis aus dem staatlichen Großunternehmen die Verzinsung und Tilgung nicht oder nicht völlig deckt.

Bei Durchführung dieses Planes rechnet der Verfasser für den Staat einen tatsächlichen Reingewinn von etwa 15 Mill M jährlich aus.

Alle diese Berechnungen machen natürlich keinen Anspruch auf eine weitgehende und den Verhältnissen entsprechende Genauigkeit, sie sind aber immerhin wertvoll, um sich ein ungefähres Bild der Sachlage machen zu können.

Das von Aschoff in 9 Zahlentafeln zusammengestellte statistische Material, in dem alle Angaben nach den 12 preußischen Provinzen gesondert sind, bietet aber ein wertvolles Material für weitere Bearbeitungen. Diese müßten sich darauf beschränken, die Aschoffschen, unter Zuhilfenahme weitgehender Schätzungen, für den gesamten Staat aufgestellten Berechnungen für einzelne Provinzen durchzuführen, da man hierbei durch direkte Anfragen und Feststellungen zu wirklichen Tatsachenergebnissen gelangen könnte.

Weit günstiger als die Stromerzeugung stellt sich nach den Ausführungen des Verfassers das Stromverteilungsgeschäft. Nach seinem Vorschlage sollen dieses die Provinzialverbände übernehmen. Hier errechnet er einen Überschuß von 200 Mill. M, von dem 23 Millionen als Entschädigungen in Abzug zu bringen sind, so daß sich hier ein Reinüberschuß von 177 Mill. M ergeben würde.

Warum Aschoff die Provinzialverbände als Vermittler zwischen den Staat und die Abnehmer schieben will, daß die größeren Kommunalverwaltungen und Kreise diesem Plane mit Recht einen bedeutenden Widerstand entgegensetzen werden, darauf, sowie auf seinen Vorschlag betreffs der Verteilung des Reinertrages und auf die Funktionen des von ihm befürworteten Elektrizitätsrates und Landes-Elektrizitätsrates kann hier des Raummangels wegen nicht näher eingegangen werden, diesbezüglich sei vielmehr auf die Arbeit selbst, deren eingehendes Studium empfohlen werden kann, verwiesen.

Thierbach.

[1]) Daß die Berechnungen von Voigt auf einer einseitig ausgewählten und unrichtig ausgewerteten Statistik beruhen, habe ich in einem zum Abdruck bestimmten Schreiben vom 6. X. 1917 an die Vereinigung der El. W. ausführlich begründet. Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 600.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Der Bau des Dieselmotors. Von Prof. K. Körner. Mit 500 Abb. 349 S. in 4°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 30 M.

Zur physiologischen Mechanik der Wünschelrute. Mit einem Anhang: Beobachtungen an dem Rutengänger Donath. Von Dr. med. H. Haenel. Mit 13 Abb. 42 S. in 8°. Schriften des Verbandes zur Klärung der Wünschelrutenfrage. Heft 8. Verlag von Konrad Wittwer. Stuttgart 1918. Preis 2,40 M.

Die Heizerschule. Vorträge über die Bedienung und die Einrichtung von Dampfkesselanlagen mit einem Anhang über Niedeudruckkessel für Heizungsanlagen. Von F. O. Morgner. 2. umgearbeitete und vervollständigte Auflage. Mit 158 Abb. IX und 204 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 6 M.

Wirkungen des Krieges auf Rechtsverhältnisse der Elektrizitäts- und Gaswerke. Zur Frage der Tariferhöhungen, Bezahlung vereinbarten Mindestverbrauches trotz Verbrauchseinschränkung, Beschlagnahme elektrischer Maschinen. Von Dr. jur. Fr. Böckel. 107 S. in 8°. Verlag von J. Schweitzer (Arthur Sellier). München, Berlin und Leipzig 1918. Preis 3 M.

Rechentafel nebst Sammlung häufig gebrauchter Zahlenwerte. Von Dr. H. Zimmermann. VI und 204 S. in 8°. 8. Auflage, Ausgabe A ohne besondere Quadrattafel und Ausgabe B mit Anhang enthaltend Quadrattafel. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 1918. Preis geb. Ausgabe A 8 M und Ausgabe B 9 M.

Elektrische Starkstromanlagen. Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Kurzgefaßtes Hilfsbuch für Ingenieure und Techniker sowie zum Gebrauch an technischen Lehranstalten. Von Dipl.-Ing. E. Kosack. 3. durchgesehene Auflage. Mit 290 Abb. XI und 303 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 8 M.

Das amerikanische Patent. Von R. Linde. 132 S. in 8°. Verlag von Dr. Heinrich Lux. Berlin 1918. Preis geb. 8 M.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Der schweizerische Spezialhandel mit elektrotechnischen Erzeugnissen im Jahre 1917.[1])

Ein Vergleich der Ziffern des Jahres 1917 mit denjenigen des Jahres 1916 läßt deutlich ein Abflauen der Konjunktur erkennen.

Die Gesamteinfuhrmenge verminderte sich um 5 647 dz oder 3,8%, während der Einfuhrwert nur unbedeutend (rd 1%) sank. Verglichen mit dem letzten Friedensjahr 1913 beträgt die Verminderung der Einfuhrmenge 51 035 dz oder 26% und die des Einfuhrwertes 0,820 Mill. Fr oder 3%.

Die Gesamtausfuhr ging um 18 652 dz oder 17,8% und deren Wert um 1,481 Mill. Fr oder 3,5% zurück. Gegenüber den Zahlen des Friedensjahres 1913 beträgt die Verminderung der Ausfuhrmenge 24 174 dz oder 22%, während der Gesamtausfuhrwert des Jahres 1917 denjenigen von 1913 um 10,285 Mill. Fr übersteigt.

Tafel 1. Schweizerischer Spezialhandel mit elektrotechnischen Erzeugnissen usw. im Jahre 1917.

Bezeichnung der Erzeugnisse	Einfuhr				Ausfuhr			
	Menge in dz		Wert in Mill. Fr		Menge in dz		Wert in Mill. Fr	
	1916	1917	1916	1917	1916	1917	1916	1917
1. Dynamoelektrische Maschinen	863	1 929	0,288	0,641	73 557	61 070	22,639	21,717
2. Akkumulatoren	296	398	0,100	0,149	3 457	1 353	1,132	0,544
3. Elektrische Kontrollapparate und Instrumente	1 194	630	0,943	0,574	3 345	2 010	4,304	3,136
4. Nicht genannte Instrumente und Apparate für angewandte Elektrizität	4 692	2 911	2,252	2,149	10 762	9 289	5,877	6,546
5. Fernsprech- u. Telegraphenapparate	528	211	0,806	0,386	494	317	1,120	0,648
6. Bogenlampen	27	42	0,021	0,207	13	—	0,008	0,001
7. Glühlampen	2 269	2 939	4,966	5,399	1 773	2 008	4,694	5,606
8. Kabel, blank und isoliert; isolierte Drähte	718	215	0,464	0,130	2 133	916	0,510	0,614
9. Kupferdraht	28 134	16 383	9,706	8,062	102	2	0,044	0,002
10. Porzellanisolatoren	10 052	8 779	1,076	1,165	296	78	0,058	0,022
11. Lichtkohlen	981	756	0,333	0,329	1 591	798	0,478	0,267
12. Elektroden, nicht montiert	59 068	76 652	2,077	2,789	7	—	0,001	—
13. Maschinenteile, roh vorgearbeitet, das Stück im Gewicht von 500 kg und darüber aus Grauguß, 50 kg und darüber aus schmiedbarem Eisen und Stahl, ferner Kesselteile und Röhren, vorgearbeitet	39 232	29 598	3,038	3,551	6 834	7 921	1,261	1,545
14. Maschinenteile, roh vorgearbeitet, das Stück im Gewicht von weniger als 50 kg aus schmiedbarem Eisen oder Stahl	1 644	2 608	0,189	0,498	70	20	0,008	0,005

Mehr eingeführt wurden: Dynamoelektrische Maschinen (Menge +1 066 dz = +124%, Wert +0,353 Mill. Fr = +123%), Elektroden (Menge +17 584 dz = +29%, Wert +0,712 Mill. Fr = +34,5%), Glühlampen (Menge +670 dz = +30 %, Wert +0,433 Mill. Fr = +9%), Maschinenteile im Gewicht von weniger wie 50 kg (Menge +964 dz = +59%, Wert +0,309 Mill. Fr = +164%), Akkumulatoren (Menge +102 dz = +34,5%, Wert +0,049 Mill. Fr = +49%). Eine Abnahme der Einfuhr ist zu verzeichnen für: Kabel (Menge −503 dz = −70%, Wert −0,334 Mill. Fr = −72%), Fernsprech- und Telegraphenapparate (Menge −317 dz = −60%, Wert −0,420 Mill. Fr = −52%), Elektrische Kontrollapparate und Instrumente (Menge −564 dz = −47,5%, Wert −0,369 Mill. Fr = −39%), nicht genannte Apparate und Instrumente für angewandte Elektrizität (Menge −1781 dz = −38%, Wert −0,103 Mill. Fr = −4,6%), Kupferdraht (Menge −11 751 dz = −42%, Wert −1,644 Mill. Fr = −17%).

Der Menge nach ab-, dem Werte nach zugenommen hat die Einfuhr an Porzellanisolatoren (Menge −1273 dz = −12,3%, Wert +0,089 Mill. Fr = +8,3%), Maschinenteile im Gewicht von über 50 kg (Menge −9634 dz = −24,5%, Wert +0,513 Mill. Fr = +16,9%).

Eine Steigerung der Ausfuhr sowohl der Menge wie dem Werte nach ist eingetreten für: Glühlampen (Menge +235 dz = +13,3 %, Wert +0,912 Mill. Fr = +19,2%), Maschinenteile im Gewicht von über 50 kg (Menge +1087 dz = +16 %, Wert +0,284 Mill. Fr = +22,5%).

Eine Verminderung der Ausfuhrmenge jedoch Steigerung des Ausfuhrwertes ist zu verzeichnen für: Kabel (Menge −1217 dz = −57%, Wert +0.104 Mill. Fr = +20,5%), nicht genannte Instrumente und Apparate (Menge −1473 dz = −13,7%, Wert +0,669 Mill. Fr = +11,4%). Der Menge wie dem Werte nach abgenommen hat die Ausfuhr von: dynamoelektrischen Maschinen (Menge −12 487 dz = −17%, Wert −0,922 Mill. Fr = −4,1%), Akkumulatoren (Menge −2104 dz = −61%, Wert −0,588 Mill. Fr = −52%), elektrische Kontrollapparate und Instrumente (Menge −1335 dz = −40%, Wert −1,168 Mill. Fr = −27%), Fernsprech- und Telegraphenapparate (Menge −177 dz = −36%, Wert −0.472 Mill. Fr = −42%), Lichtkohlen (Menge −793 dz = −49,8%, Wert −0,211 Mill. Fr = −44%), Porzellanisolatoren (Menge −218 dz = −74%, Wert −0,036 Mill. Fr = −62%).

Über die allgemeine Lage und die Aussichten der schweizerischen Maschinenindustrie äußert sich der soeben erschienene Jahresbericht 1917 des Vereins schweizerischer Maschinenindustrieller, im Anschluß an eine Schilderung der vielgestaltigen, bestehenden, den Absatz erschwerenden Verhältnisse u. a. wie folgt:

„So vermag unsere Industrie nur mit Sorge in die nächste Zukunft zu blicken, ob der Krieg fortdauert oder bald zu Ende geht. Alle diese Hemmnisse und Schwierigkeiten der Kriegszeit, vorab die Materialschwierigkeiten, werden in der Nachkriegszeit nicht so rasch beseitigt sein. Die Industrie wird großenteils vor leeren Lagerplätzen stehen. Selbst da, wo es an Material nicht gebricht, wo es unter Überwindung der größten Schwierigkeiten gelang, etliche Lager aufrecht zu erhalten, kann man nur mit Bedenken einer Übergangszeit entgegensehen, in welcher die ausländische mit billigeren Rohstoffen arbeitende Konkurrenz frisch einsetzen wird.

Zu allen diesen realen Beschwerden kommen Befürchtungen mannigfacher Art, die sich aus dem Umstand ergeben, daß die wirtschaftspolitischen Verhältnisse der Nachkriegszeit ein ganz verändertes Gesicht aufzuweisen versprechen und noch gar nicht abzusehen ist, welche Folgen die seit Kriegsbeginn stetsfort zunehmende, namenlose gegenseitige Verhetzung noch zeitigen kann, und welche Rückwirkung hiervon auf den neutralen Handel zu erwarten ist. Man kann sich in dieser Beziehung auf alles gefaßt machen. Eine Klärung der äußerst verworrenen, handelspolitischen Lage ist erst von dem Moment an zu erwarten, in dem der Friede in greifbare Nähe gerückt ist. Möge dies zum Heile der aus tausend Wunden blutenden Menschheit bald geschehen.

Angesichts der Ungewißheit über die Zukunft unseres Exportes wird unsere Industrie dem Inlandsmarkte und dessen Sicherung vermehrte Aufmerksamkeit zuwenden müssen. Glücklicherweise eröffnen sich hier teilweise günstige Aussichten. Es sei an die bevorstehende Elektrifikation der Bahnen erinnert, die nun endlich energisch an die Hand genommen werden soll. Allerdings werden sich die Aufträge auf viele Jahre verteilen und nur Bruchteile der Produktion unserer Großfirmen absorbieren können." *Mn.*

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 472.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Bayerische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A. G., Bayreuth[1]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 waren 123 Städte und Ortschaften sowie 12 Elektrizitätswerke angeschlossen. Der Anschlußwert betrug 12 196 kW (10 177 i.V.). Es wurden erzeugt und bezogen 8,344 Mill. kWh (5,230 i.V.), nutzbar abgegeben 6,557 Mill. kWh (4,073 i.V.). Der Überschuß aus Stromverkauf und Installationen betrug 0,495 Mill. M (0,328 i.V.). Der Reingewinn einschl. Vortrag 5332 M (2200 i.V.). Eine Dividende wird wie i.V. nicht verteilt.

Warenerzeugung und Warenmarkt.

Aluminium[2]). Die Aluminiumerzeugung in den Vereinigten Staaten von Amerika hat in den letzten Jahren außerordentlich rasch zugenommen. Sie belief sich im Jahre 1917 auf 81 000 t gegenüber 63 000 t im Jahre 1916, 45 000 t im Jahre 1915 und 22 000 t im Jahre 1913.

Firmenverzeichnis.

„Gefka", Gesellschaft für Kleinbeleuchtung m. b. H., Leipzig-Lindenau. Gegenstand: Herstellung und Vertrieb von Gegenständen der elektrischen Kleinbeleuchtung aller Art, insbesondere Taschenlampenbatterien. Stammkapital: 20 000 M. Geschäftsführer: St. Brummer und K. Ritter, Leipzig.

Bayerische Motorenwerke A. G., München. Zum Erwerb und Fortbetrieb der seitherigen G. m. b. H. wurde unter obiger Firma eine Aktiengesellschaft durch ein unter Führung der Bayerischen Vereinsbank, München, stehendes Konsortium von bayerischen und österreichischen Industriellen gegründet. Aktienkapital: 12 Mill. M. Vorsitzender: Kommerzialrat Castiglioni, Wien, und Generaldirektor Neumeyer, Nürnberg.

Elektrotech ische Industrie, G. m. b. H., Huckingen. So lautet die bisherige Firma Elektrotechnische Industrie Saarbrücken, G. m. b. H., Saarbrücken. Der Sitz der Gesellschaft ist nach Huckingen verlegt worden.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts-Maschinengenossenschaft m. b. H., Petznick (Kr. Pyritz). (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H. Mühlwitz (Kr. Oels). (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Stoltenhagen (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Wittenhagen (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft Büttinghausen, Angfurten, Dreisbach, Soelsiefen, Siefen und Schlenke m. b. H., Büttinghausen (Haftsumme: 200 M). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Deutsch-Neukirch (Haftsumme: 400 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 20).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. C. Lorenz A. G., Telephon- und Telegraphen-Werke, Berlin: um 2,25 auf 6,75 Mill. M.

Italien. Die Officine Elettrochimiche Dr. Rossi erhöht ihr Aktienkapital um 12 auf 20 Mill. Lire.

Verschiedene Nachrichten.

Preiserhöhungen in der österreichisch-ungarischen Elektrizitätsindustrie[3]). Die österreichischen und ungarischen Elektrizitätsfirmen haben den Teuerungszuschlag auf elektrische Maschinen und Zubehör, Transformatoren, Apparate, Instrumente und Installationsmaterial ab 1. August von 35 auf 45% erhöht.

[1]) Bericht über 1915 vgl. „ETZ" 1915, S. 420.
[2]) Nach „Schweizer. Bauztg.", Bd. 72, S. 55.
[3]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 220.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 14. Wer liefert „Porzellangriffe für elektrische Kochplatten?"

Abschluß des Heftes: 24. August 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 5. September 1918.** **Heft 36.**

Unsymmetrische Mehrphasensysteme.

Von P. Müller, Berlin.

(Schluß von S. 346.)

b) Einphasenmotoren.

Es kann nun der Fall eintreten, daß die Ströme J und i gleich groß sind und bei der Konstruktion gemäß Abb. 10 d der Vektor i_1 in dieselbe, i_2' mithin in die entgegengesetzte Richtung von J fällt. Der resultierende Strom J_1 in der Statorphase 1 wird dann doppelt so groß wie J oder i, der Strom in Phase 2 dagegen null. Letztere Phase kann somit überhaupt fortfallen, so daß der Mehrphasenmotor in einen Einphasenmotor übergeht.

Bei gegebener Spannungskomponente A liegt auch die Stromkomponente J als Funktion der Schlüpfung nach Größe und Phase gemäß Diagramm 10 b fest. Der Strom i im Diagramm 10 c muß dann ebenso groß werden und in die gleiche Richtung fallen, also auch die Spannungskomponente B eine entsprechende Größe und Richtung haben. Innerhalb des betriebsmäßigen Schlüpfungsbereiches ändert sich das Größenverhältnis und der Winkel zwischen Spannung B und Strom i fast gar nicht, die Spannung B ist also stets proportional zum Strom i (oder auch dem ebenso großen Strom J) und eilt ihm um den Winkel β voraus.

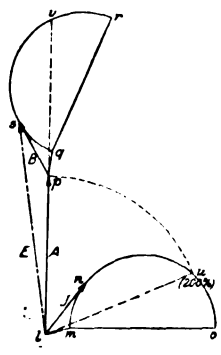


Abb. 11a.

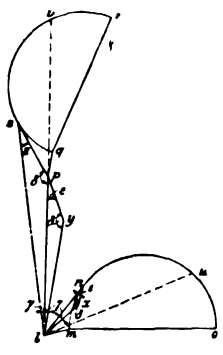


Abb. 11b.

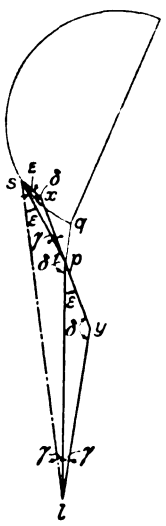


Abb. 11c.

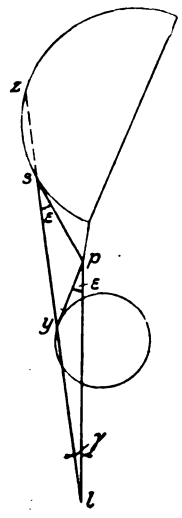


Abb. 11d.

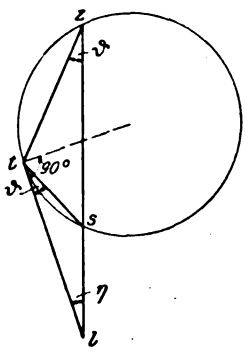


Abb. 11e.

Abb. 11. Einphasenmotor.

Bewegt sich nach Abb. 11a der Endpunkt n des Stromvektors J auf dem Kreis $m\,n\,o$, so entspricht demnach jedem Wert von J eine um den kosntanten Winkel β voreilende Spannung B von proportionaler oder auch bei entsprechender Wahl des Spannungsmaßstabes (B gleich i gemacht) gleicher Größe. Der Endpunkt s des Vektors B beschreibt also eine völlig kongruente Figur wie der Punkt n, mithin ebenfalls einen Kreis, nur um den Winkel β verdreht.

Bei dieser Darstellungsweise geht man von einer festen Spannungskomponente A aus und erhält die Gesamtspannung E in veränderlicher Größe und Lage. Bequemer ist es, das Diagramm auf eine gegebene Gesamtspannung, beispielsweise den Vektor $l\,p$ zu reduzieren, wie Abb. 11 b zeigt. Das Spannungsdreieck $l\,s\,p$ geht dann über in das ähnliche Dreieck $l\,p\,y$, der Stromvektor $l\,n$ in den Vektor $l\,x$.

Es läßt sich nun leicht zeigen, daß auch der Punkt x einen Kreis beschreibt, wenn der Endpunkt n auf seinem Kreise wandert. Überträgt man zunächst nach Abb. 11 c das Dreieck $l\,n\,x$ aus seinem Kreise $m\,n\,o$ in den kongruenten Kreis $q\,r$, so ist der Strahl $p\,x$ entgegengesetzt gleich $p\,y$. Denn der Winkel $x\,p\,y$ ist gleich der Summe der drei Dreiecks-winkel $\gamma\,\delta\,\varepsilon$, mithin gleich 180°; ferner besteht die Bezeichnung:

$$\frac{p\,x}{l\,p}=\frac{p\,s}{l\,s}$$

und auch

$$\frac{p\,y}{l\,p}=\frac{p\,s}{l\,s}$$

also in der Tat

$$p\,x=p\,y.$$

Der Punkt y gibt also gewissermaßen ein Spiegelbild zu x, und wenn sich nachweisen läßt, daß y auf einem Kreise wandert, so gilt dasselbe auch für x.

Klappt man nun das Dreieck $l\,y\,p$ um die Achse $l\,p$ nach links, so fällt Punkt y auf die Gerade $l\,s$ (Abb. 11 d). Denkt man sich $l\,s$ bis zum anderen Schnittpunkt z mit dem Kreis verlängert, so gilt allgemein der Satz, daß das Produkt der Abschnitte $l\,s$ und $l\,z$ konstant ist, u. zw. gleich dem Quadrat der von Punkt l aus an den Kreis gelegten Tangente $l\,t$ (vgl. Abb. 11 e). Die Dreiecke $l\,t\,z$ und $l\,s\,t$ sind nämlich einander ähnlich, weil sie den Winkel bei l gemeinsam haben, und Winkel $s\,t\,l$ gleich dem Winkel $s\,z\,t$ ist als Tangentensehnenwinkel zum zugehörigen Peripheriewinkel; es besteht also die Proportion:

$$\frac{l\,s}{l\,t}=\frac{l\,t}{l\,z}$$

oder

$$l\,s\,.\,l\,z=(l\,t)^2.$$

Nun ist aber auch infolge der Ähnlichkeit der Dreiecke $l\,y\,p$ und $l\,p\,s$ in Abb. 11 d

$$\frac{l\,y}{l\,p}=\frac{l\,p}{l\,s}$$

oder

$$l\,y\,.\,l\,s=(l\,p)^2.$$

Aus beiden Beziehungen folgt durch Division

$$\frac{l\,y}{l\,z}=\frac{(l\,p)^2}{(l\,t)^2}=\text{konstant}.$$

Der Vektor $l\,y$ ist also dem Vektor $l\,z$ stets proportional, Endpunkt y muß somit eine geometrisch ähnliche Figur beschreiben wie z, d. h. gleichfalls einen Kreis; das trifft dann ebenso für den Punkt x in 11 b und 11 c zu.

Einfacher und kürzer noch ließe der ganze Beweis sich übrigens führen, wenn man statt des Kreisdiagramms für die Ströme das für die Spannungen benutzt, ein Verfahren, das im letzten Abschnitt beschrieben wird.

Denkt man sich in Abb. 11b den Kreis für x eingezeichnet, so unterscheidet sich der Stromvektor $l\,x$ in der Nähe des Nullpunktes m nur wenig von dem ursprünglichen Vektor $l\,n$; mit wachsender Schlüpfung wird die Abweichung größer, und wenn schließlich Punkt n nach u fällt, ist $l\,x$ nur noch halb so groß wie $l\,n$. Der tatsächliche Strom ist, wie schon anfangs gezeigt, gleich dem Doppelten des Vektors $l\,x$. Man sieht also, daß bei Leerlauf und kleiner Schlüpfung der Strom annähernd doppelt so groß ist wie beim Mehrphasenmotor, mit zunehmender Schlüpfung dagegen schließlich bis auf den gleichen Wert sinkt. Der Leistungsfaktor ist größtenteils etwas niedriger; infolge der Unsymmetrie der Spannungen in beiden Motorachsen ist gemäß der Bemerkung am Schluß des vorigen Abschnittes auch der Wirkungsgrad niedriger.

c) Phasenumformer.

Der von der gegenläufigen Spannungskomponente B erzeugte Strom i (Abb. 10 c) gibt ein gewisses Gegendrehmoment, das von dem zu Spannung A gehörigen Strom überwunden werden muß. Ist nun das von letzterem ausgeübte motorische Drehmoment gerade nur so groß wie das Gegenmoment, so bleibt an der Welle der Maschine kein nutzbares Moment mehr verfügbar, sie läuft also mechanisch leer und wirkt dann lediglich als Phasenumformer; sie nimmt in einer Phase einen gewissen Strom auf und gibt in der anderen einen gegen den ersteren phasenverschobenen Strom ab.

Im Kreisdiagramm 10 b sei Vektor $l\,p$ derjenige Strom C, der ein ebenso großes Moment gibt wie der Strom i in Abb. 10 c. Setzt man diese beiden Ströme in gleicher Weise

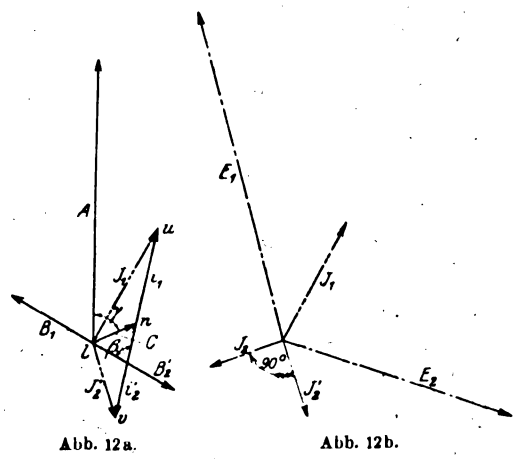


Abb. 12a. Abb. 12b.

Abb. 12. Phasenumformer.

zusammen wie vorher, so erhält man das Diagramm 12 a, Spannungen und Ströme in ihrer richtigen Lage im Diagramm 12 b. Man sieht, daß Phase 1 Strom aufnimmt, Phase 2 solchen abgibt.

Digitized by Google

Damit der Umformer günstig arbeitet, soll das von der Stromkomponente i erzeugte Gegenmoment möglichst klein, der Strom i selber aber möglichst groß, der Phasenwinkel β also möglichst nahe an 90° sein.

Ändern die Spannungsvektoren A und B bei gleichbleibender Größe ihre gegenseitige Lage, so verhalten die Ströme C und i sich ähnlich; die resultierenden Spannungs- und Stromsysteme können also die verschiedenartigsten Formen haben, auch wenn die Größe der Komponenten, somit auch die Schlüpfung sich nicht ändert.

Nun braucht aber das Moment, das zur Überwindung des Gegenmomentes von i nötig ist, nicht gerade von der Spannung A und dem Strom C in Abb. 10 b erzeugt zu werden, sondern beispielsweise auch mit einer kleineren Spannung, größerer Schlüpfung und einem entsprechend anderen Strom, der unter Umständen kleiner sein kann als der Strom C, aber weniger Phasenverschiebung besitzt. Dadurch wird die Mannigfaltigkeit der resultierenden Spannungs- und Stromsysteme noch größer. Auf alle Fälle aber müssen beide unsymmetrisch sein; es ist also mit einem solchen Umformer nicht möglich, eine gegebene Spannung und Stromstärke in genau gleich große von genau 90° Phasenverschiebung umzuwandeln.

Die resultierenden Phasenspannungen E_1 und E_2 erhält man hier wieder in veränderlicher Größe und Lage. Meist ist aber die primäre Phasenspannung (z. B. E_1) fest gegeben; man reduziert dann die Diagramme in gleicher Weise, wie in dem Abschnitt über den Einphasenmotor erläutert. Ursprünglich lag Vektor A fest, die Endpunkte von B bewegen sich dann auf einem Kreis um den Mittelpunkt b (Abb. 18 a). Reduziert man die so erhaltene und 18 c) in ein gemeinsames Diagramm 18 d eingetragen; der Endpunkt des resultierenden Stromvektors J_1 liegt dann auf dem Kreis über Durchmesser $i\,v$, der von J_2 auf dem Kreis über Durchmesser $u\,w$; einander zugeordnete Punkte immer auf den Schenkeln des unveränderlichen Winkels $u\,z\,i$, der sich um den festliegenden Punkt z dreht.

d) Phasenumformer zur Speisung von Mehrphasen-Asynchronmotoren aus einem Einphasennetz.

Phasenumformer dieser Art werden vielfach benutzt, um aus Einphasennetzen mehrphasige Asynchronmotoren zu speisen. Eine gebräuchliche Schaltung stellt Abb. 14 dar.

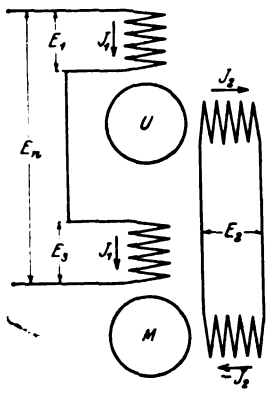


Abb. 14. Phasenumformer mit Asynchronmotor.

Darin bedeutet U den Umformer, M den Motor. Beide sind zweiphasig angenommen. Phase 1 des Umformers ist mit Phase 1 des Motors in Reihe geschaltet, die Enden an das Einphasennetz gelegt; Phase 2 des Umformers ist mit Phase 2 des Motors verbunden.

durch die angegebene Methode der Zerlegung sehr erleichtert.

Angenommen, die Spannungen seien bekannt und hätten die in Abb. 15 a dargestellten

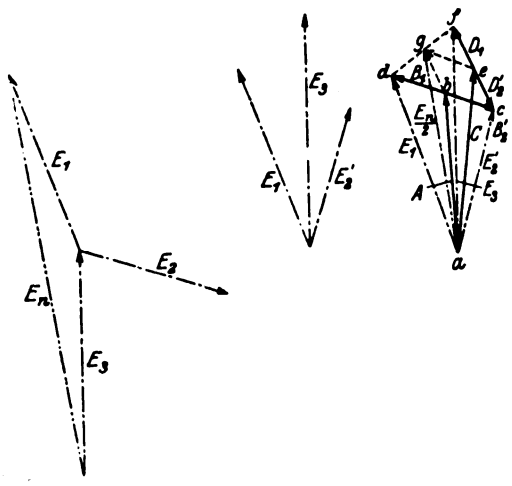


Abb. 15a. Abb. 15b. Abb. 15c.

Abb. 15. Spannungen.

Werte; der Umformer in Phase 1 die Spannung E_1, in Phase 2 die Spannung E_2; der Motor in seiner Phase 2 die gleiche Spannung E_2, in Phase 1 die Spannung E_3; E_1 und E_3 müssen als Summe die Netzspannung E_n geben.

Zum Zweck der Zerlegung würde man die Spannung E_2 um 90° nach vorwärts klappen (Abb. 15 b). In Abb. 15 c ist die Zerlegung durchgeführt; die Spannungen E_1 und E_2 des Umformers zerfallen in das gleichlaufende System A und das umgekehrt laufende B; die Spannungen E_3 und E_2 des Motors entsprechend in C und D.

Versteht man unter dem Zeichen $\pm$ geometrische Addition bzw. Subtraktion, so ist:

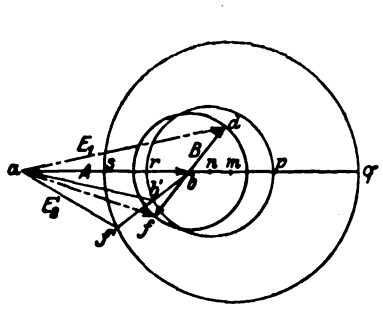


Abb. 18a.

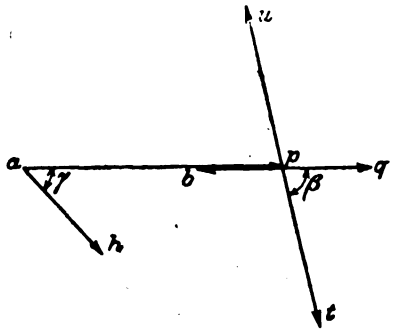


Abb. 18b.

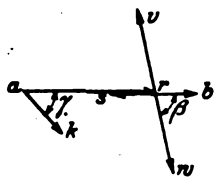


Abb. 18c.

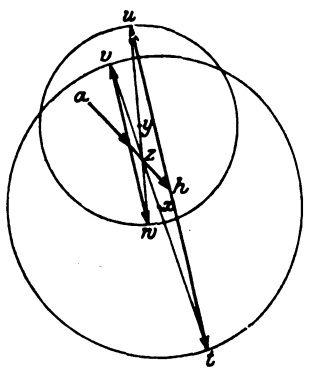


Abb. 18d.

Abb. 18. Spannungen und Ströme beim Phasenumformer.

Spannung E_1 beispielsweise auf den festen Wert $a\,b$, so geht das Dreieck $a\,d\,b$ in $a\,b\,b'$ und Dreieck $a\,b\,f$ in $a\,b'\,f'$ über. Der Punkt b' bewegt sich dann wieder, wie oben nachgewiesen, gleichfalls auf einem Kreise, der Punkt f' also desgleichen, da der Strahl $b\,f'$ stets doppelt so lang ist wie $b\,b'$. Der Mittelpunkt n des Kreises für b' liegt übrigens in der Mitte zwischen dem ursprünglichen Mittelpunkt b und dem Mittelpunkt m des Kreises für f'. Die resultierende Spannung der anderen Phase wird dann durch den Vektor $a\,f'$, die Komponenten A und B werden durch $a\,b'$ und $b\,b'$ bzw. $b'f'$ dargestellt.

Die Stromkomponenten sind ihren Spannungen nicht proportional, auch die Phasenwinkel sind verschieden, der resultierende Strom J_1 daher auch nicht konstant. Die Endpunkte der resultierenden Stromvektoren J_1 und J_2' bewegen sich dann vielmehr beide auf Kreisen. Das Diagramm kann wie folgt aufgestellt werden. Für den aus Abb. 13 a zu entnehmenden größten und kleinsten Wert der Spannungskomponenten A (Strecke $a\,p$ bzw. $a\,r$) und B (Strecke $p\,q$ bzw. $r\,s$) werden die zugehörigen Ströme C und i (nach Abb. 13 b

Die Netzspannung E_n ist gegeben; sie verteilt sich auf Umformer und Motor, die beiden Einzelspannungen, E_1 und E_3, sind aber zunächst nach Größe und Richtung unbekannt, ebenso auch die Spannung E_2 in Phase 2; man weiß nur, daß die Vektorsumme von E_1 und E_3 die Netzspannung geben muß, und daß die Spannung E_2 am Umformer die gleiche ist wie am Motor.

Der Strom in Phase 1 ist beim Umformer und Motor infolge der Reihenschaltung nach Größe und Richtung der gleiche. Der Strom in Phase 2 ist beim Umformer ebenso groß, aber entgegengesetzt gerichtet wie beim Motor. Beide sind nach Größe und Richtung unbekannt.

Auch über die Schlüpfung des Umformers und die des Motors weiß man zunächst nichts; eine von beiden kann man als unabhängige Variable ansehen, also verschiedene Werte dafür annehmen und die zugehörigen Spannungen, Ströme usw. suchen.

Infolge der vielen unbekannten Größen, die sämtlich in ziemlich verwickelten Beziehungen zueinander stehen, ist die Berechnung nicht ganz einfach; sie wird aber auch hier

$$A + B_2' = C + D_2' = E_2'.$$

Also auch

$$A - D_2' = C - B_2'.$$

Da aber

$$-D_2' = D_1$$
$$-B_2' = B_1$$

so ist

$$A + D_1 = C + B_1$$

und zwar

$$= \frac{1}{2} E_n ,$$

da $A + D_1 + C + B_1 = (A + B_1) + (C + D_1)$
$= E_1 + E_3$
$= E_n .$

Punkt g in Abb. 15 c liegt in der Mitte zwischen d und f, da Strecke $b\,g$ parallel und halb so groß ist wie $c\,f$; also ist Vektor $a\,g$ der Mittelwert, d. h. gleich der halben Summe von $a\,d$ und $a\,f$.

Die Ströme mögen die in Abb. 16 a dargestellte Form haben; der Umformer und Motor in Phase 1 den gleichen Strom J_1; der Umformer in Phase 2 den Strom J_2, der Motor

Digitized by Google

in Phase 2 den gleich großen, aber entgegengesetzt gerichteten Strom $-J_2$.

Klappt man nun wieder die Ströme J_2 um 90° vor (Abb. 16 b) und zerlegt sie in der

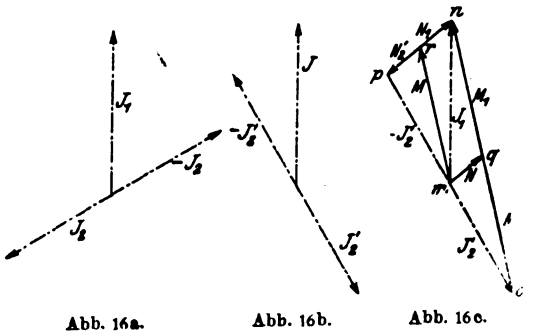


Abb. 16a. Abb. 16b. Abb. 16c.

Abb. 16. Ströme.

angegebenen Weise (Abb. 16 c), so sieht man, daß die gleichlaufende Komponente N des Umformerstromes gleich der entgegengesetzt laufenden (N_1) des Motorstromes ist, und auch umgekehrt die entgegengesetzt laufende des Umformerstromes (M_1) gleich der gleichlaufenden des Motorstromes (M). Denn Punkt m halbiert die Seite $o\,p$, Punkt q die Seite $n\,o$, und Punkt r die Seite $n\,p$ des Dreiecks $n\,o\,p$; Vektor $m\,r$ ist also gleich und parallel $q\,n$, und Vektor $m\,q$ gleich und parallel $r\,n$.

Diese Beziehung vereinfacht die Rechnung sehr. Der eine Stromvektor, z. B. N, bildet für den Umformer die gleichlaufende Komponente; die zugehörige Spannung A kann aus dem Kreisdiagramm (wie nach Abb. 10 b) entnommen werden; gleichzeitig bildet N aber auch die entgegengesetzt laufende Stromkomponente für den Motor; die entsprechende, gleichfalls aus dem Kreisdiagramm (wie nach Abb. 10 c) zu bestimmende Spannung D_1 ist dem Strom der Größe nach proportional und eilt ihm um einen festen Winkel β voraus, da die kleinen Abweichungen infolge Änderung der noch nicht genau bekannten Schlüpfung vernachlässigt werden können. Die Summe der Spannungen A und D_1 ist aber, wie oben gezeigt, gleich der halben Netzspannung; sie setzt sich somit in ganz ähnlicher Weise zusammen, wie die Klemmenspannung des Einphasenmotors nach Abschnitt b, nur mit dem Unterschiede, daß die ungleich laufende Spannung von der anderen Maschine her übernommen wird.

Für die andere Stromkomponente M gilt dasselbe. Für den Motor bildet sie die gleichlaufende, die entsprechende Spannung ist C; für den Umformer die ungleich laufende, die entsprechende Spannung ist B; die Summe von C und B ist wieder gleich der halben Netzspannung, es ergibt sich also auch hierfür ein ähnliches Diagramm wie für A und D.

Die Diagramme für den vorliegenden Fall könnten also in gleicher Weise abgeleitet werden wie beim Einphasenmotor; es sei hier indessen noch ein anderes, einfaches Verfahren an Hand der Abb. 17 beschrieben.

In Abb. 17 a ist das normale Kreisdiagramm für einen beliebigen Motor dargestellt; Vektor E bedeutet die gegebene Spannung, die Vektoren $a\,c$, $a\,d$ usw. die gesuchten Ströme für verschiedene Schlüpfungen.

Ist nun umgekehrt der Strom gegeben, und werden die entsprechenden Spannungen für dieselben Schlüpfungswerte gesucht, so gilt dasselbe Diagramm im Spiegelbild (Abb. 17 b), nur mit dem Unterschied, daß statt der früher gegebenen Spannung E hier der gegebene Strom $a\,b'$ angetragen und die früheren Stromvektoren $a\,c$, $a\,d$ usw. bis zum anderen Schnittpunkt c', d' usw. mit dem Kreis verlängert werden. Wählt man die Maßstäbe für Strom und Spannung so, daß Vektor $a\,b'$ in Abb. 17b ebenso groß ist wie $a\,c$ in Abb. 17a, und Vektor E in Abb. 17a ebenso groß wie $a\,c'$ in Abb. 17b, so geben die Strahlen $a\,c'$, $a\,d'$ usw. in Abb. 17b die gesuchten Spannungen.

Für Leerlauf ist das ohne weiteres klar. Vektor E in Abb. 17a ist ebenso groß wie $a\,c'$ in Abb. 17b, und Vektor $a\,b'$ in Abb. 17b ebenso groß wie $a\,c$ in Abb. 17a; auch der Winkel zwischen ihnen ist der gleiche.

Daß auch bei den größeren Schlüpfungen die einander entsprechenden Winkel zwischen Strom und Spannung in beiden Diagrammen die gleichen sind, ist ebenfalls leicht ersichtlich. Es bleibt nur noch zu beweisen, daß auch das Größenverhältnis von Strom und Spannung in beiden Fällen dasselbe ist, also etwa $E : a\,d$ in Abb. 17 a $= a\,d' : a\,b'$ in Abb. 17b; $E : a\,e$ in Abb. 17a $= a\,e' : a\,b'$ in Abb. 17b usw.

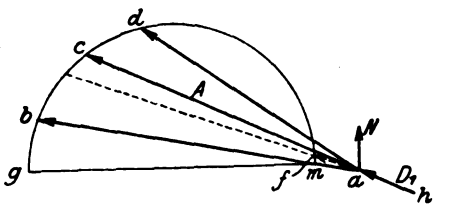


Abb. 19a.

Da Vektor E gleich $a\,c'$ und Vektor $a\,b'$ gleich $a\,c$ gemacht war, so läuft die Aufgabe einfach auf den geometrischen Beweis dafür hinaus, daß in einem beliebigen Kreis (Abb. 18) für zwei beliebige Strahlen $c\,a\,d$ und $c\,e\,f$ der Satz gilt:

$$c\,d : c\,e = c\,f : c\,a$$

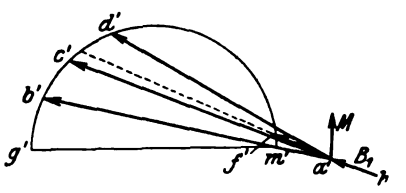


Abb. 19b.

Abb. 19. Kreisdiagramme für Phasenumformer mit Asynchronmotor.

oder auch, wenn man die Verbindungslinien $e\,a$ und $f\,d$ zieht, daß die Dreiecke $a\,c\,e$ und $f\,c\,d$ einander ähnlich sind.

Das läßt sich aber leicht beweisen. Den Winkel $a\,c\,e$ haben beide Dreiecke gemeinsam. Außerdem ist

$$\sphericalangle\, e\,f\,d + \sphericalangle\, e\,a\,d = 180^0$$

als Peripheriewinkel über derselben Sehne nach entgegengesetzten Richtungen; es ist aber auch:

$$\sphericalangle\, e\,a\,c + \sphericalangle\, e\,a\,d = 180^0$$

woraus folgt:

$$\sphericalangle\, e\,f\,d = \sphericalangle\, e\,a\,c\,.$$

Beide Dreiecke haben also auch ein zweites Winkelpaar gleich, sind somit tatsächlich einander ähnlich.

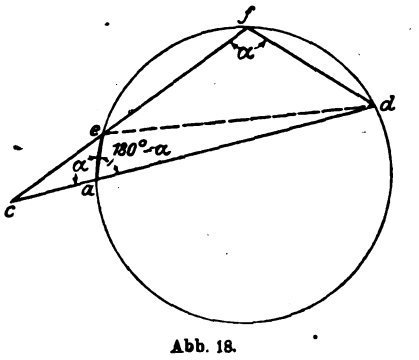


Abb. 18.

Auf Grund dieser Konstruktion kann man nun die gesuchten Diagramme für Umformer und Motor leicht finden. Man zeichnet für

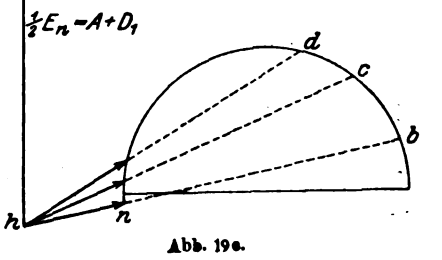


Abb. 19c.

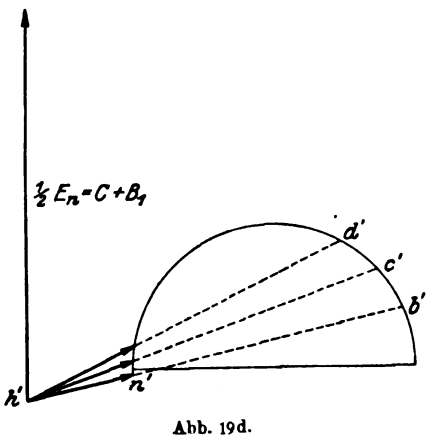


Abb. 19d.

einen beliebig angenommenen Strom N das Kreisdiagramm Abb. 19 a für den Umformer in gleicher Weise, wie in Abb. 17 b allgemein gezeigt war; die Strahlen $a\,b$, $a\,c$ usw. bedeuten dann die dem gegebenen Strom N entsprechenden Spannungen A für Leerlauf, 1% usw. Schlüpfung, Strahl $a\,f$ die Spannung B für 200% Schlüpfung. Analog zeichnet man für einen gleich großen Strom M das Kreisdiagramm für den Motor nach Abb. 19 b, das übrigens, wenn Umformer und Motor gleich gebaut sind, mit Abb. 19a identisch ist; die Strahlen $a'\,b'$ usw. geben dann die dem Strom M entsprechenden Spannungen C, Strahl $a'\,f'$ die Spannung D.

Um in Abb. 19a die Gesamtspannung $A + D$ zu erhalten, überträgt man den Strahl $a'\,f'$ aus Abb. 19 b nach $h\,a$; die Summenspannung wird dann durch die Strahlen $h\,b$, $h\,c$ usw. dargestellt; ebenso trägt man in Abb. 19b den Strahl $h'\,a'$ gleich dem Vektor $a\,f$ aus Abb. 19 a ein, die Spannung $C + B$ wird

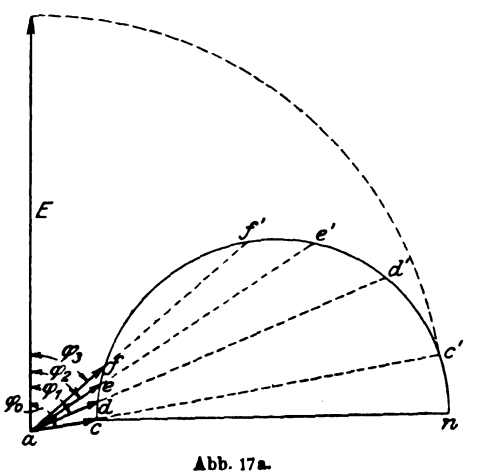


Abb. 17a.

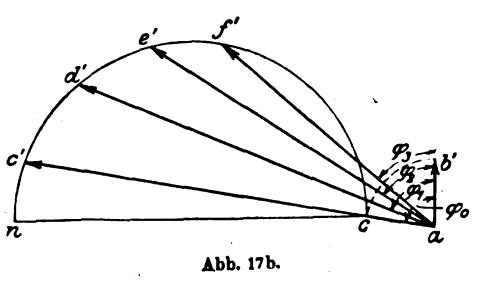


Abb. 17b.

Abb. 17. Strom- und Spannungs-Kreisdiagramme.

Digitized by Google

dann durch die Strahlen $h'b'$, $h'c'$ usw. gegeben.

Um aus den so entstandenen Diagrammen für gegebenen Strom und gesuchte Spannungen die übliche Form für gegebene Spannung und gesuchte Ströme zu erhalten, bildet man einfach rückwärts die Spiegelbilder Abb. 19c und 19d; es ist also ohne weiteren Beweis ersichtlich, daß die Endpunkte der Stromvektoren bei gegebener Spannung E_n auf einem Kreis liegen. Zu beachten ist, daß der Strom N aus Abb. 19a in 19c in dem Strahl hn wiedererscheint, also in geändertem Maßstab; entsprechend auch M in Abb. 19d. Da die Summenspannungen $A + D$ und $C + B$ gleich groß sind, nämlich beide gleich der halben Netzspannung, so bedeuten die Strahlen hb in Abb. 19c und $h'b'$ in 19d die gleiche Spannung, man zeichnet also, um in beiden Diagrammen gleiche Maßstäbe für Spannungen und Ströme zu erhalten, zweckmäßigerweise Abb. 19d gleich in entsprechender Größe.

Die Diagramme für die Ströme N und M sind hiernach bestimmt; es fehlt nur noch eine Beziehung zwischen N und M, die aber auch leicht zu finden ist. Der Umformer läuft mechanisch leer; also muß die gleichlaufende Stromkomponente N in ihm ein ebenso großes Drehmoment ergeben, wie das von der umgekehrt laufenden Komponente M erzeugte Gegenmoment.

Die ganze Berechnung beschränkt sich also auf folgendes. Man zeichnet die Kreisdiagramme für Umformer und Motor, u. zw. für die halbe Netzspannung, entsprechend der angegebenen Methode, entnimmt aus dem Umformerdiagramm für verschiedene Schlüpfungen die zugehörigen Ströme N, ermittelt die entsprechenden Drehmomente, bestimmt diejenigen Ströme M, die als gegenläufige Komponenten (also bei 200% Schlüpfung) ebenso große Gegenmomente ergeben (letztere sind bekanntlich proportional M^2), und greift diese Ströme M auf dem Motordiagramm ab. Dann hat man beide Stromkomponenten nach Größe und Richtung, und braucht sie nur noch nach der anfangs beschriebenen Methode zusammenzusetzen.

Neues Zählereichverfahren.[1])

Von **H. Gewecke und W. v. Krukowski**, Nürnberg.

(Mitteilung aus dem Zählerlaboratorium der Siemens-Schuckertwerke.)

Übersicht. **Es wird ein neues Verfahren zur selbsttätigen Aufzeichnung der Drehgeschwindigkeit von rotierenden Teilen beschrieben, das ohne jede Rückwirkung auf das rotierende System ist und daher z. B. eine bisher nicht erreichte Genauigkeit der Eichung von Motorzählern gestattet.**

Bei der Eichung von Motorzählern handelt es sich darum, die Umdrehungsgeschwindigkeit des rotierenden Teiles bei einer bestimmten Belastung zu ermitteln und dann den Fehler derselben gegen den durch die Zählwerksübersetzung gegebenen Sollwert zu berechnen. Die Genauigkeit dieser Bestimmung und damit also der Eichung hängt im wesentlichen davon ab, wie genau sich die für eine bestimmte Anzahl Umdrehungen nötige Zeit messen läßt, da die Ermittlung der Belastung mittels Präzisionsinstrumenten leicht mit einer weit größeren Genauigkeit durchgeführt werden kann.

Die Unsicherheit der Zeitbestimmung infolge der Unzuverlässigkeit der Stoppuhren und des persönlichen Fehlers beträgt etwa 0,2 s, was bei einer Gesamtzeit von 60 s für die Ablesung einen Fehler von etwa 0,3% bedeutet[1]).

Die nicht unbeträchtlichen Fehler der Stoppuhr lassen sich nach einem Vorschlag von Marek[2]) dadurch vermeiden, daß man einen Chronographen mit zwei Schreibfedern benutzt, von denen der eine durch ein genaues Sekundenpendel und der zweite durch einen Druckknopf betätigt wird, den der Beobachter bei jeder Umdrehung der Zählerscheibe niederdrückt. Bei diesem Verfahren bleibt aber noch der persönliche Fehler des Beobachters, den er in der Festlegung der Durchgangszeit der Marke begeht, bestehen.

Wünschenswert ist es, diese Durchgangszeiten von dem rotierenden System selbsttätig aufzeichnen zu lassen und so die Zuverlässigkeit des Beobachters ganz auszuschalten. Das Problem ist also, das System bei jeder Umdrehung einen Impuls abgeben zu lassen, durch den es selbst aber in keiner Weise beeinflußt werden dürfte. Die im folgenden beschriebene Einrichtung gestattet dies.

Bei dem in Fußnote 1 erwähnten Verfahren von Thompson[3]) wird eine Lösung dadurch versucht, daß die Umdrehungen der Scheibe durch Vermittlung eines Funkens aufgezeichnet werden, der von einem Vorsprung am Rand derselben zu einer feststehenden Elektrode überspringt. Im Primärkreis des die Hochspannung erzeugenden Transformators befindet sich ein Relais, das beim Überspringen des Funkens infolge der stark gesteigerten Stromstärke anspricht und den Schreiber eines Chronographen betätigt. Bei dieser Einrichtung ist keine völlige Gewähr gegeben, daß nicht beim Überspringen des Funkens eine Rückwirkung auf das rotierende System eintritt, ganz abgesehen von der Unbequemlichkeit des Arbeitens mit Hochspannung und der Notwendigkeit, diese durch einen besonderen, mit abweichender Frequenz laufenden Maschinensatz zu erzeugen, damit nicht der bei Funkenübergang die Scheibe durchfließende Strom störende dynamische Wirkungen ausübt.

Das idealste Übertragungsmittel für die Bewegungen der Scheibe auf eine Registriervorrichtung ist der Lichtstrahl, wobei als Empfänger die Selenzelle oder ein Bolometer benutzt wird. Eine derartige Übertragung ist durchaus frei von jeder Rückwirkung auf das sich bewegende System, sehr bequem zu handhaben und ermöglicht bei Vorhandensein eines Glasfensters das Arbeiten bei völlig geschlossenem Apparat, was bei der Einrichtung von Thompson nicht der Fall ist. Es ist das aber oft von Wichtigkeit, da manche Zählertypen eine Konstantenänderung durch das Aufsetzen der Eisengehäuse erleiden. Die Einrichtung hat übrigens infolge des Fehlens jeder Rückwirkung und infolge der Möglichkeit, durch luftdichte Gehäuse hindurch zu wirken, eine vielseitige Verwendbarkeit.

Ihre Anwendung bei der Zählereichung ist grundsätzlich in Abb. 1 dargestellt; darin ist a eine Lichtquelle (Nernstlampe), b ein auf die Achse des zu eichenden Zählers geschobener Spiegel, auf den mittels der Linse d das Bild des Leuchtkörpers von a geworfen wird, c ist die Selenzelle, die durch die vom Spiegel ausgehenden Strahlen bei jeder Umdrehung belichtet wird.

Die Zelle ist ein Zweig einer Wheatestoneschen Brücke, deren andere Zweige durch die Widerstände e, f und g gebildet werden. In zwei Diagonalpunkten ist die Spannung einer Gleichstromquelle angeschlossen, in den beiden gegenüberliegenden die eine Drehspule des Chronographen h, der unmittelbar ohne Verwendung von Zwischenrelais betätigt wird. Die andere Drehspule wird von einer Sekundenuhr betätigt.

Bei Belichtung setzt die Selenzelle bekanntlich ihren Widerstand bedeutend herab, dadurch kehrt in der Drehspule der mittels der Widerstände f und g (Schiebwiderstand) auf einen gewissen Betrag eingestellte Strom seine Richtung um, und der Zeitschreiber verzeichnet auf dem über eine Rolle geführten Papierstreifen eine Marke. Die angegebene Schaltung bietet deshalb erhebliche Vorteile, weil die Empfindlichkeit eines Relais bzw. Zeitschreibers für eine bestimmte Änderung der Stromstärke bedeutend größer ist, wenn diese Änderung von Null aus erfolgt, als wenn sie von einer endlichen, im Verhältnis zur Änderung großen Stromstärke aus vor sich geht. Außer durch Einschaltung der Zelle in eine Brücke kann man auch den dem Dunkelwiderstand der Zelle entsprechenden Strom auf andere bekannte Weise kompensieren.

Weiter ist von Bedeutung die Vermeidung von Zwischenrelais durch Ausbildung eines empfindlichen Drehspul-Zeitschreibers. Über die Einzelheiten der Einrichtung, deren Anfertigung von der Siemens & Halske A.-G. übernommen wurde, wird nach Fertigstellung eingehender berichtet werden.

Die Messung selbst geht nun folgendermaßen vor sich: An den Instrumenten, Amperemeter, Voltmeter, Wattmeter werden die gewünschten Meßwerte genau eingestellt, sodann der den Chronographenstreifen bewegende Motor in Gang gesetzt und der Stromkreis der beiden Schreiber geschlossen. Der Beobachter kann jetzt seine ganze Aufmerksamkeit auf die Konstanthaltung der elektrischen Größen verwenden. Nach etwa 20 bis 30 s oder, je nach der verlangten Genauigkeit, früher oder später, unterbricht er den Versuch, reißt den beschriebenen Chronographenstreifen ab und notiert am besten auf seiner Rückseite die Werte von Spannung, Leistung usw. Auf diese Weise wird die ganze Meßreihe durchgenommen. Dann erst erfolgt die Auswertung der Meßstreifen.

Eine bestimmte Anzahl Umdrehungsmarken wird abgezählt und die zugehörige Anzahl Sekunden mittels einer strahlenförmig geteilten Glasplatte bestimmt (Abb. 2, in welcher bei 75% Belastung der mit 3 bezeichneten Marke die Zeit 5,40 s entspricht). Die Länge der Sekundenmarken ist durch eine besondere Vorrichtung sehr gleichmäßig gehalten und beträgt rd 25 mm. Da es möglich ist, die Lage der Marken auf mindestens 0,2 mm genau festzustellen, so ergibt das eine Ablesegenauigkeit der Zeit von 0,01 s. Bei einer Ablesedauer von nur 10 s bedeutet das also eine Genauigkeit in der Zeitbestimmung von 0,1%. Die in Abb. 2

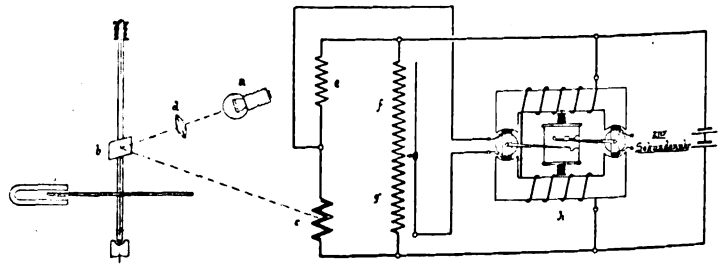


Abb. 1. Meßanordnung.

[1]) Die bereits vor längerer Zeit in Aussicht gestellte Veröffentlichung (siehe Bericht des einen von uns über eine „Neue Methode der Zählereichung" von G. Thompson, „ETZ" 1913, S. 722) wurde verschoben, um die fabrikationsmäßige Durcharbeitung des Instrumentariums abzuwarten. Da dieselbe jedoch infolge der gegenwärtigen Verhältnisse noch nicht möglich ist, so soll hier zunächst kurz über das Grundsätzliche des Verfahrens berichtet werden.

[1]) Siehe Bericht a. a. O. Bei Verwendung einer Stoppuhr empfiehlt es sich übrigens, die Beobachtungszeit gleich 1 Minute oder einem Vielfachen davon zu wählen, da eine exzentrische Lage des Zeigers zur Skala bei einer größeren oder kleineren Beobachtungsdauer einen erheblichen Fehler verursachen kann. Nur wenn der Zeiger nach Verlauf von 1 Minute in die Anfangslage ungefähr zurückgekehrt ist, fällt der Fehler heraus. Eine Beobachtungsdauer von mehreren Minuten ist insofern nicht günstig, als Strom- und Spannungsverhältnisse über eine längere Zeitdauer meist nicht unverändert bleiben.

[2]) „ETZ" 1900, S. 641.

[3]) „Electrical World", Bd. 61, 1913, S. 246. (Bericht „ETZ" a. a. O.).

Digitized by Google

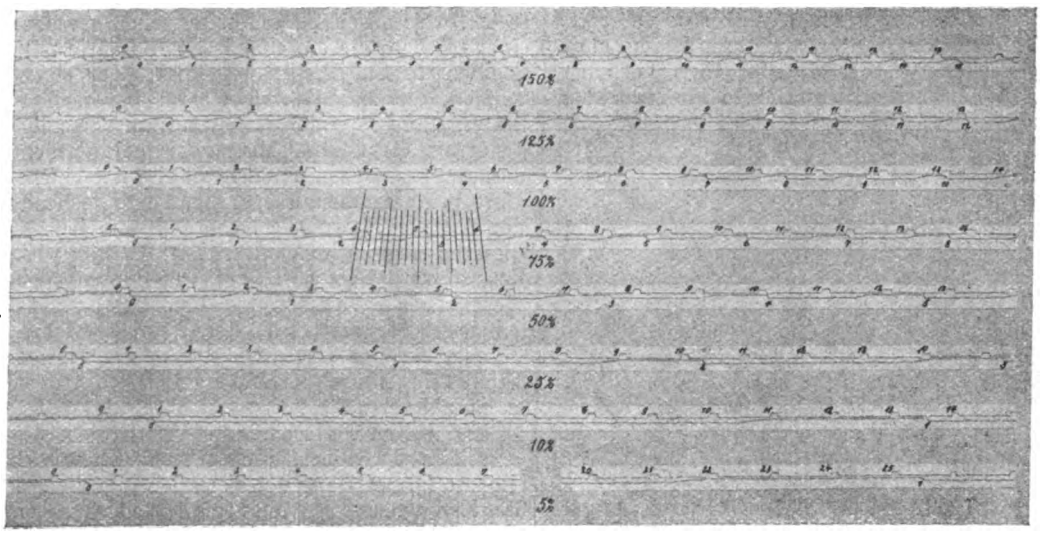


Abb. 2. Meßstreifen bei verschiedener Drehzahl des Zählers.

mitgeteilten Aufzeichnungen bilden die photographische Wiedergabe der zur Lastkurve eines Wechselstrominduktionszählers gehörigen Meßstreifen in etwa dreifach verkleinertem Maßstabe.

Das Industrielaboratorium.

Von G. Quaink, Berlin.

Übersicht. **Mangel an Rohstoffen, Einführung von Ersatzstoffen. Veränderung des Absatzgebietes, erhöhte Anforderungen der Abnehmer und Mangel an geschulten Arbeitern haben die deutsche Industrie während des Krieges vor eine Reihe von Aufgaben gestellt, die nur durch die Mitarbeit von Betriebslaboratorien gelöst werden konnten. Die verlangte Leistung wäre von den Laboratorien weniger umständlich, zuverlässiger, schneller und billiger erreicht worden, wenn man überall über zweckmäßige Einrichtungen verfügt hätte. Übergangswirtschaft und Frieden werden neue Aufgaben bringen, auf die man sich rechtzeitig vorbereiten sollte. Es wird darauf hingewiesen, daß die Anpassung an die Bedürfnisse des einzelnen Betriebes für jedes Laboratorium besonders beachtet werden muß. In einigen Abbildungen wird gezeigt, wie das Wernerwerk der Siemens & Halske A. G. neuere Industrielaboratorien ausgerüstet hat.**

Daß Deutschlands Industrie in den Wettbewerb mit der früher vorherrschenden englischen nicht nur eintreten, sondern darin auch ständig wachsende Erfolge erringen konnte, ist zum großen Teil auf das innige Zusammenarbeiten von Wissenschaft und Technik in Deutschland zurückzuführen. Dementsprechend hat auch hier in industriellen Betrieben das Laboratorium immer mehr an Bedeutung gewonnen, denn seine Aufgabe ist es ja gerade, die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung den Anforderungen der Praxis anzupassen und die Wege zu weisen, wie sie sich am besten zum Vorteil des eigenen Betriebes verwerten lassen.

Wenn das Industrielaboratorium trotz der Vorteile, die seine Unterhaltung auf vielen Gebieten mit sich brachte, noch nicht überall so anerkannt wurde, wie es zu wünschen gewesen wäre, so hat hierin der Weltkrieg gründlich Wandel geschaffen. Durch ihn wurde die gesamte Industrie vor eine Fülle neuer Aufgaben gestellt, die nicht nur schnell, sondern auch wirtschaftlich vorteilhaft gelöst werden mußten und ohne gründliche Arbeiten und Versuche im Betriebslaboratorium nicht zu lösen waren. Rohstoffe, die man lange Zeit hindurch stets in derselben Form erhalten hatte, wurden nicht mehr mit denselben gleichbleibenden Eigenschaften geliefert. Die alte Bezugsquelle versagte auch wohl ganz, und man mußte sich mit dem behelfen, was die neue gerade hatte. Da war es eben nicht möglich, in derselben Weise wie vorher weiter zu arbeiten. Bei jeder Sendung waren die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften genau zu prüfen; es war zu überlegen, ob man mit den vorhandenen Arbeitsverfahren und Betriebseinrichtungen auskommen konnte, wenn man die Güte des Erzeugnisses nicht beeinträchtigen wollte, und es war zu entscheiden, wie sich notwendige Änderungen unter den gegebenen Betriebsbedingungen am wirtschaftlichsten durchführen ließen. Das alles war nur durch genaue Untersuchungen und der Praxis entsprechende Versuche im Laboratorium zu entscheiden.

Mit der Zeit steigerte sich auf einzelnen Gebieten der Mangel an Rohstoffen; man war gezwungen, sparsam mit ihnen umzugehen, sie, wo es anging, durch andere Stoffe zu ersetzen. Das machte gründliche Forschungen über das Wesen der Ersatzstoffe und ihr Verhalten während der Bearbeitung und beim Gebrauch des fertigen Erzeugnisses notwendig, die mit der durch die Zeitverhältnisse gebotenen Schnelligkeit nur dann durchzuführen waren, wenn der wissenschaftlich geschulte Beobachter im Laboratorium mit ausreichendem Verständnis die Vorarbeiten für den Praktiker leistete. Besonders notwendig und dringend wurden diese Vorarbeiten auch dann, wenn ein Rohstoff plötzlich beschlagnahmt wurde, oder wenn eine Beschlagnahme in Aussicht stand.

Doch nicht nur die Versorgung mit Rohstoffen führte zu einer stärkeren Inanspruchnahme des Laboratoriums; auch die Lage auf dem Markt der fertigen Erzeugnisse wirkte auf den einzelnen Betrieb und stellte diesen und mit ihm das Betriebslaboratorium vor neue Aufgaben. Häufig wurde der Absatz der bisher erzeugten Waren ganz unterbunden, sei es, daß Ausfuhrverbote ihnen den Weg über die Grenze sperrten, sei es, daß die Störungen im Seeverkehr die Verbindungen mit den Abnehmern unterbrachen. War der Betrieb auf Absatz im Inlande eingerichtet, so mußte man beobachten, daß die Nachfrage nach bestimmten Erzeugnissen nachließ und nach anderen um so stärker auftrat. Da galt es denn, sich der veränderten Marktlage anzupassen und zu versuchen, unter bestmöglicher Ausnutzung der vorhandenen Betriebseinrichtungen neue, absatzfähige Erzeugnisse herzustellen. Auch hierbei fiel wieder dem Laboratorium ein wesentlicher Anteil an der Arbeit zu.

Neue Arbeit brachten die oftmals gesteigerten Ansprüche, die die Abnehmer und vor allen Dingen die Heeresverwaltung an die Güte der Erzeugnisse stellten. Wer sie erfüllen wollte und mußte, konnte sich nicht auf die Auswahl und Untersuchung der Rohstoffe beschränken. Nur wenn vom Rohstoff bis zum fertigen Erzeugnis jede Stufe der Bearbeitung fortlaufend überwacht wurde, war ein günstiges Ergebnis zu erzielen. Und diese Überwachung durch das Laboratorium oder nach den von ihm ausgearbeiteten und angegebenen Verfahren war um so notwendiger, je größer der Mangel an eingearbeiteten Leuten wurde, und je mehr man sich mit wenig geschulten Arbeitern behelfen mußte.

Das deutsche Industrielaboratorium hat sich allen infolge des Krieges aufgetretenen Ansprüchen vollkommen gewachsen gezeigt, und oftmals ist unter den schwierigsten Bedingungen das Anerkennenswerteste geleistet worden. Denn das kann man im allgemeinen nicht sagen, daß die Ausrüstung der Laboratorien durchweg den verlangten Leistungen entsprochen hätte. Gar manches Ergebnis hätte weniger umständlich, zuverlässiger, schneller und billiger erreicht werden können, wenn z. B. geeignete Präzisionsinstrumente vorhanden gewesen wären, wenn elektrische oder Wärmeenergie in einer bequem zu verwertenden und leicht zu regelnden Form zur Verfügung gestanden hätte, oder wenn man zweckmäßige Einrichtungen gehabt hätte, um

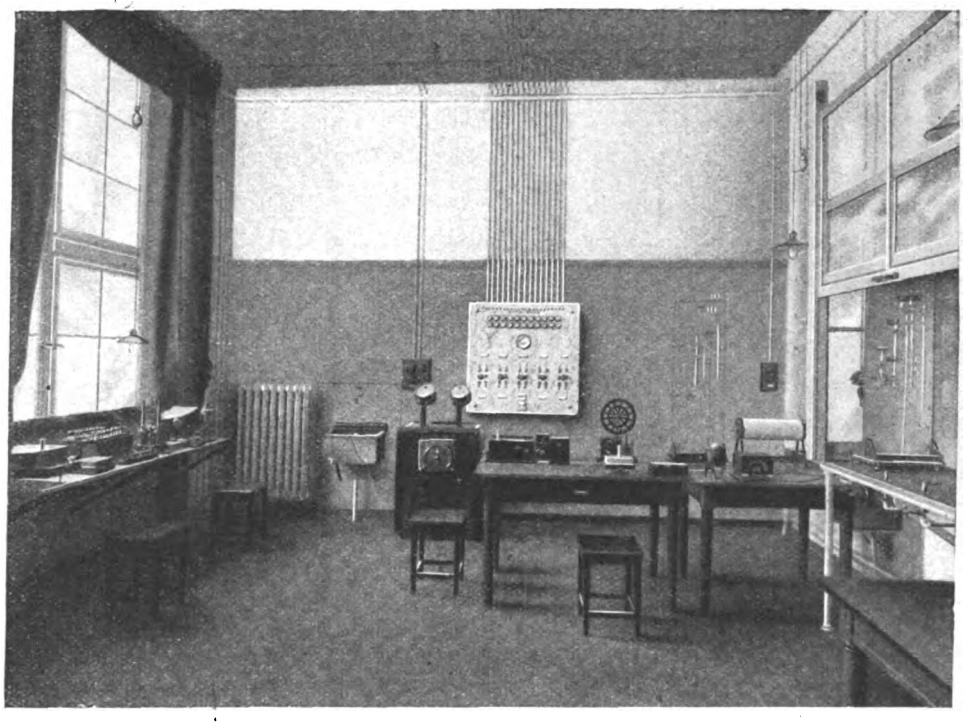


Abb. 1. Laboratorium für Eisen- und Metalluntersuchungen.

Digitized by Google

gleichartige und häufig wiederkehrende Versuchsreihen mit der größtmöglichen Ersparnis von Zeit und Arbeit durchzuführen.

Die Ausrüstung eines Laboratoriums läßt sich eben nicht aus dem Stegreif schaffen. Ebenso wenig lassen sich gerade für die Einrichtung eines Industrielaboratoriums feste, allgemein gültige Regeln aufstellen. Daß in ihm, wenn auch im kleineren Maßstabe, alle diejenigen Arbeiten ausgeführt werden können, die auch im Hauptbetriebe vorkommen, ist oftmals erwünscht, keineswegs aber immer notwendig. Viel eher ist es möglich, daß Arbeiten auszuführen sind, die mit dem Hauptbetriebe in keinerlei Zusammenhang stehen. So muß z. B. ein Blechwalzwerk, das für den Bau von Transformatoren und umlaufenden elektrischen Maschinen Eisenbleche herstellt, auch für die Ausführung elektrischer und magnetischer Messungen eingerichtet sein, wenn es sich davon überzeugen will, ob seine Erzeugnisse das leisten, was seine Abnehmer verlangen.

Wie man ein Laboratorium zweckmäßig anlegt, wie man die Arbeitsplätze verteilt und diese ausrüstet, was man an Versuchseinrichtungen anschafft, wie man am besten vorsorgt, daß sich Erweiterungen ausführen lassen, ohne daß der Betrieb gestört oder ein erheblicher Teil der vorhandenen Einrichtung unbrauchbar wird, das sind Fragen, die nur auf Grund einer langjährigen Erfahrung im Bau von Laboratoriumseinrichtungen beantwortet werden können. Gewiß kehren auch in Laboratorien für verschiedenartige Betriebe gleichartige Verhältnisse wieder. Leitungen für Wasser, Dampf, Gas, Druckluft, Vakuum und elektrische Ströme so an einen Arbeitsplatz zu führen, daß jede leicht zugänglich bleibt, keine störend auf die andere einwirkt und die Anschlüsse für den Arbeitenden wie für die auszuführenden Versuche gleichermaßen günstig liegen, ist eine sehr häufig wiederkehrende Aufgabe. Und doch kann sie je nach der Art des Betriebes und des dem Laboratorium zugewiesenen Arbeitsgebietes recht verschiedenartige Lösungen haben. Man kann auch nicht für die einzelnen Industrien gewisse Grundformen der Laboratorien festlegen. Das Laboratorium einer Porzellanfabrik, die vorwiegend hochisolierende Formstücke und Teile für die elektrische Industrie liefert, wird erheblich anders aussehen, als das einer solchen, die die chemische Industrie mit hochfeuerfesten Körpern versorgt, oder einer solchen, die Luxus- und Gebrauchsporzellan liefert. Sind in einem Laboratorium verschiedenartige elektrische Messungen gelegentlich auszuführen, so kommt man häufig mit einem Universalinstrument aus, das man entsprechend der Art der Messung schaltet. Kehrt jedoch dieselbe Messung in gleicher Form häufig wieder, so wird man z. B. zur Bestimmung des elektrischen Widerstandes eine feste Meßschaltung verwenden, bei der sich mit wenigen Handgriffen der Versuchskörper an die richtige Stelle bringen und das Meßergebnis am Instrument ablesen läßt.

In jedem Falle sind die Verhältnisse des einzelnen Betriebes, die Beschaffenheit der Rohstoffe, der Gang der Verarbeitung, die Art des Erzeugnisses und die von diesem verlangten Eigenschaften hauptsächlich bestimmend bei der ersten Einrichtung des Laboratoriums für einen industriellen Betrieb. Einige neue Laboratorien aus verschiedenen Industriegebieten, deren gesamte Einrichtung von der Siemens & Halske A. G., Wernerwerk, Berlin, geliefert ist, sind in den Abbildungen 1 bis 3 dargestellt. Die durch den Krieg verstärkte Erkenntnis, daß ein gutes Laboratorium eine sehr wertvolle Hilfe ist, wenn es sich darum handelt, den Betrieb lohnend zu gestalten, dürfte auch nach dem Krieg andauern und viele Betriebe veranlassen, ihre Laboratorien auszugestalten und deren Ausrüstung zu vervollkommnen. An Arbeit für das Laboratorium wird es nicht fehlen. Mehr noch als die Überleitung zur Friedenswirtschaft wird sie der neu einsetzende Kampf bringen, in dem es sich darum handeln wird, verlorene Märkte wiederzugewinnen und neue Absatzgebiete zu erschließen. Änderungen in der Rohstoffversorgung Deutschlands, Verschiebungen im Abnehmerkreis und eine durch die Zeitverhältnisse gebotene, sparsame Wirtschaft werden jeden Betrieb vor Aufgaben stellen, die sich nur unter der Mitarbeit eines guten Laboratoriums leisten lassen.

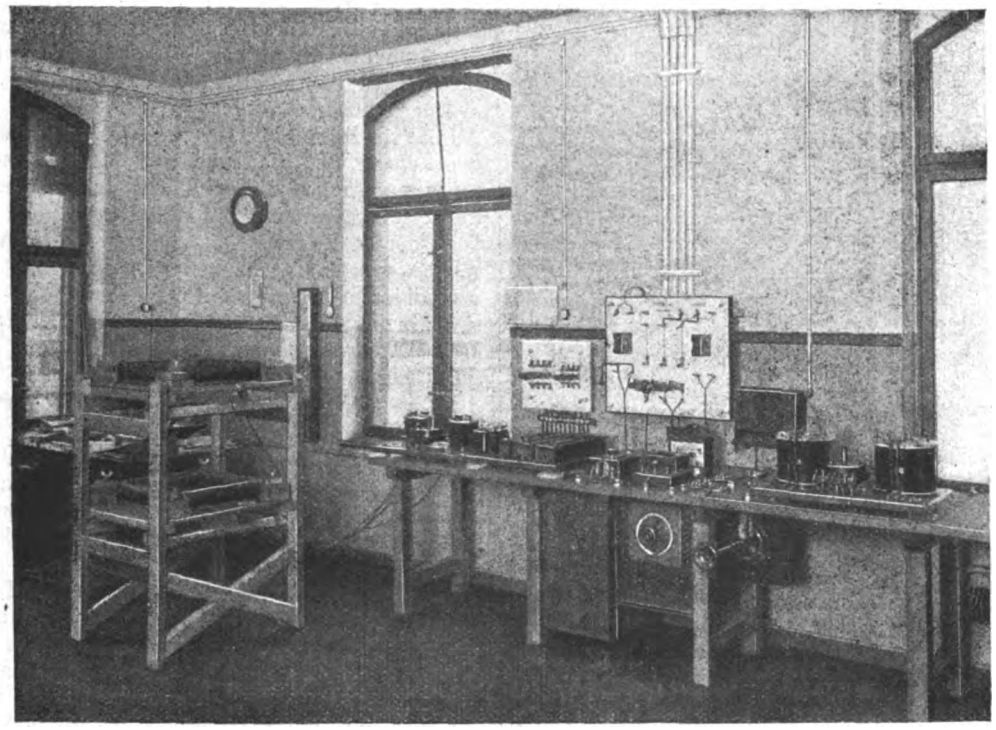


Abb. 2. Laboratorium für magnetische Eisenuntersuchungen.

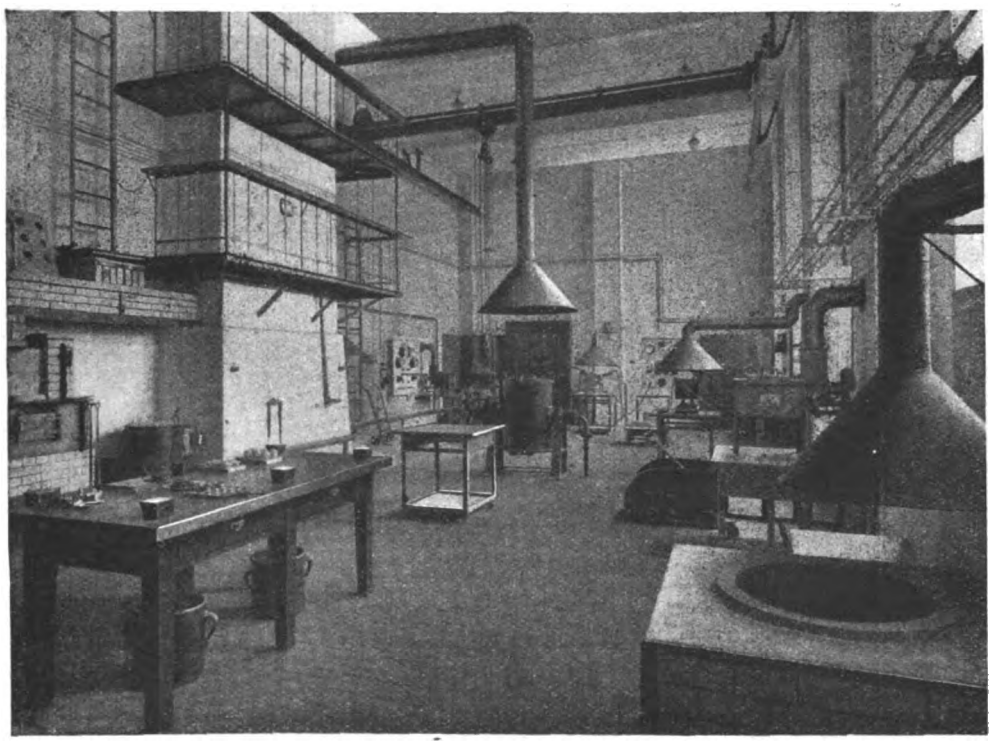


Abb. 3. Versuchs-, Schmelz- und Ofenraum eines Hüttenlaboratoriums.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Telegraph und Fernsprecher in den englischen Kolonien.

[The Electrician, Bd. 78, S. 351.]

Nach einem Vortrage von R. W. Weightman vor der Institution of Electr. Engineers hat sich die Technik von Telegraph und Fernsprecher in den englischen Kolonien verschieden entwickelt. Während sich in Kanada die in den Vereinigten Staaten von Amerika üblichen Bauweisen und Apparate, namentlich die der American Telegraph & Telephone Company Eingang verschafft haben, sind in den Kronkolonien und den übrigen Besitzungen meistens die Ausführungen des British Post Office maßgebend gewesen. Kanada ist auch die einzige Kolonie, die selbst Apparate und Baumaterialien erzeugt, während alle übrigen Kolonien auf die Einfuhr ihres Bedarfs angewiesen sind. Australien stellt Eisenrohr, Zementrohr usw. selbst her, neuerdings auch die Porzellanisolatoren, die bis 1913 ausschließlich von Deutschland bezogen wurden; Klappenschränke und kleinere Vielfachumschalter liefert Schweden, größere Amtseinrichtungen und die Selbstanschlußämter nach dem Strowger-System, die in Australien in größerem Umfange Verwendung gefunden haben, sind dagegen von den Vereinigten Staaten beschafft worden. Die übrigen Besitzungen beziehen ihren Bedarf an Telegraphen- und Fernsprechmaterial vorwiegend aus England oder Amerika.

Die Verwaltung des Nachrichtendienstes ist je nach den örtlichen Verhältnissen mehr oder weniger eng mit der Postverwaltung verbunden und in Händen der Regierung. Nur an wenigen Orten befinden sich von Privaten betriebene Ortsfernsprechnetze.

Digitized by Google

Die im Linienbau verwendeten Materialien entsprechen mit geringen Abweichungen den allgemein üblichen. Für die Stützpunkte werden wegen der Zerstörung der Holzstangen durch weiße Ameisen vorwiegend Eisenrohre benutzt. Im Fernsprechbau finden Erd- und Luftkabel ausgedehnte Verwendung. Für den Betrieb der Telegraphenleitungen kommen sowohl Fernsprecher, Morse- und Klopferapparate als auch Drucktelegraphen in Betracht, die nach Schaltungen der Heimatverwaltung betrieben werden. Neuerdings hat an Stelle des Klopfers mit vorgeschaltetem Relais der polarisierte Klopfer weitere Verbreitung gefunden. An Drucktelegraphen werden Baudot und Creed verwendet. Als Batterien sind vielfach Sammler in Benutzung.

Der Bau von kürzeren Überlandleitungen (Sp-Leitungen) wird wegen ihrer geringen Wirtschaftlichkeit vielfach den Beteiligten überlassen.

Die Orts-Fernsprechnetze sind, wenn es sich um kleinere Einrichtungen handelt, mit Umschaltern für den Ortsbatteriebetrieb und vielfach mit selbsttätigem Schlußzeichen ausgestattet. Größere Ämter haben Zentralbatterien. In den Kronkolonien hat sich der Selbstanschlußbetrieb mit Rücksicht auf das Fehlen geeigneter Mechaniker noch nicht einführen können. *Kr.*

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Das Radiotelephoniesystem Prof. Vanni.

[Elektrotechnischer Anzeiger, Bd. 35, S. 943.]

In Italien sind bemerkenswerte Ergebnisse auf dem Gebiete der drahtlosen Sprachübertragung erzielt nach einem von Professor Vanni angegebenen Verfahren. Es ist gelungen, die Entfernung Rom—Tripolis — etwa 1000 km — mit einer Energie von weniger als 1 kW zu überbrücken. Vanni benutzt als Schwingungserzeuger den Flammenbogen Bauart Moretti. Die Schaltung der Sendeeinrichtung zeigt Abb. 1. Die Schwingungen entstehen zwischen den mit Gleichstrom gespeisten Elektroden *A* und *B*, von denen *B* — die positive — durchbohrt ist. Durch die Durchbohrung wird Wasser in den Flammenbogen gedrückt, das bei der Berührung mit *A* verdampft. Die durch den Wasserdampf hervorgerufenen Widerstandsänderungen erzeugen hochfrequente Schwingungen von mehreren

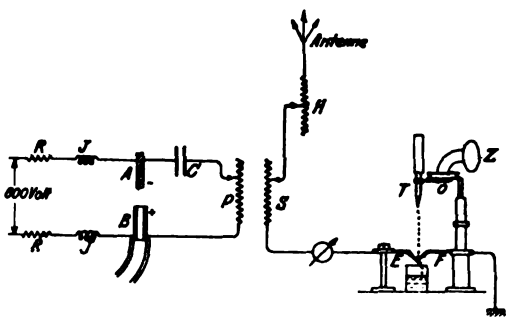


Abb. 1. Mikrophon nach Bell.

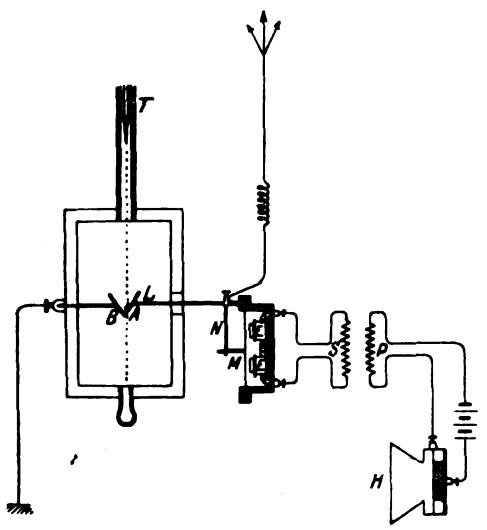


Abb. 2. Mikrophon nach Vanni.

100 000 Wechseln/s. Diese werden durch den einen Kondensator *C* und die Selbstinduktion *P* enthaltenden Primärkreis auf die Antenne übertragen. In die Antenne selbst ist ein Starkstrommikrophon geschaltet, das dazu bestimmt ist, den Antennenwiderstand den Schwingungen der Mikrophonmembran entsprechend zu ändern. Vanni verwendet ein Mikrophon nach Majorana, bei dem die Schwingungen der Membran die Dicke eines Wasserstrahls, der zwei Elektroden in leitende Verbindung bringt, und damit den Übergangswiderstand zwischen den beiden Elektroden beeinflussen. Die in Abb. 1 angegebene Form dieses Mikrophons stammt von Chichester Bell. Die Membranschwingungen werden durch den Hebel *OT* auf das Ausflußrohr des Wasserstrahls übertragen. Dieser fällt auf die beiden Platinelektroden *E* und *F*. Eine von Vanni angegebene andere Form zeigt Abb. 2. Hier ist nur eine der beiden Elektroden fest, die andere — *A* — ist an dem Hebel *L* befestigt und wird von den Membranschwingungen beeinflußt.

Über die Entwicklung des Systems Vanni im Verlaufe des Krieges ist nichts bekannt geworden, ebenso nicht, ob das Verfahren in nennenswertem Maße Eingang und Verwendung im Betriebe gefunden hat. *Rp.*

Quantitative Beziehungen in Detektorkreisen.

[Benjamin Liebowitz. Jahrb. d. drahtl. Tel., Bd. 12, S. 451.]

Definiert man den „vollkommenen" Gleichrichter als einen solchen, der in der einen Richtung einen konstanten, in der anderen Richtung einen unendlichen Widerstand besitzt, so ist, wie Liebowitz darlegt, im Detektorkreise mehr Hochfrequenzenergie vorhanden, als vom Detektor umgesetzt wird.

Bei dem Empfang ungedämpfter Schwingungen mittels Detektors zerlegt man entweder die ankommenden Wellenzüge oder macht sie durch das Heterodyneverfahren hörbar. Das letztere Verfahren liefert bei „vollkommenen" Gleichrichtern gerade viermal soviel Energie für den Hörer wie das Zerlegungsverfahren, unabhängig von der Amplitude des „fremden" Stromes.

Die gewöhnlichen Kristalldetektoren weichen von den vollkommenen Gleichrichtern insofern ab, als sie keinen Wechselstrom vollkommen und starke Ströme besser als schwache gleichrichten. Liebowitz betrachtet den „annähernden" Gleichrichter, der die zuletzt genannte Eigentümlichkeit nur in geringem Umfange besitzt, und leitet allgemein die Beziehungen ab zwischen dem gleichgerichteten Strom und dem empfangenen Radiofrequenzstrom, die in einem einfachen Detektorkreise von bekannter Charakteristik fließen; ferner die Beziehungen zwischen dem Schwebungsfrequenzstrom und dem empfangenen Radiofrequenzstrom beim Heterodyneverfahren, wenn die lokale EMK größer ist als die empfangene. Auch hier liefert das Heterodyneverfahren eine etwa doppelt so große Stromstärke, d. i. die vierfache Energie, wie die Zerlegung. Beim gewöhnlichen Detektor ergibt das Heterodyne beträcht ich höhere Verstärkungen als die vierfache, weil es erlaubt, den wirksameren Teil der Detektorcharakteristik auszunutzen.

Auf Grund der Gleichungen wird dargetan, daß sowohl beim „vollkommenen" wie beim „annähernden" Gleichrichter die Energie die dem Hörer geliefert wird, immer kleiner sein muß als die empfangene. *Rp.*

Berg- und Hüttenwesen.

Der elektrische Schmelzofen von Grönwall-Dixon.

[C. Irresberger. Stahl u. Eisen, Bd. 38, S. 89.]

Im Grunde kann man keinen wesentlichen Unterschied gegenüber dem bekannten Héroult-Ofen feststellen. Der Ofen arbeitet ebenfalls mit von oben hereinhängenden Elektroden mit zweiphasigem Wechselstrom, u. zw. werden bei Öfen unter 5 t zwei, bei Öfen über 5 t vier solcher Elektroden angewendet. Außerdem liegt eine neutrale Elektrode unter dem Herd im Ofenboden, welche mit dem Knotenpunkt der beiden Phasen verbunden wird. Man kann also sagen, daß der Ofen konstruktiv eine Kombination des Héroult-Ofens mit der Schaltung des Rennerfeldt-Ofens ist, nur liegt die neutrale Elektrode an anderer Stelle. Die angegebenen Zahlen aus dem Betriebe sollen von einer Anlage auf dem Werke der Railway Steel Spring Company in Detroit stammen, wo ein solcher Ofen seit 1915 im Betrieb ist und zur Erzeugung von Werkzeugstahl verschiedener Kohlung, Nickelstahl und Nickel-Chrom-Stahl, ferner von Chrom-Vanadium-Stahl dient. Der Kraftverbrauch wird mit 550 bis 600 kWh ja bis 460 kWh für die Tonne angegeben. Die Entschwefelung und Entphosphorung konnte bis auf 0,01% herabgeführt werden. Kalte Ecken sind am Ofen nicht zu bemerken. Für Stahlguß werden für die Tonne 500 kWh und 10 kg Elektrodenverbrauch angegeben. Versuchsweise wurde auch das Einschmelzen von Manganabfällen und von Kupolofeneisen versucht. Die Herdsohle war nach 900 Schmelzungen noch gut brauchbar, die Gewölbedeckel sollen bis zu 75 Schmelzungen aushalten. In Detroit sollen demnächst 10 t-Öfen zur Aufstellung kommen.

Abgesehen von der etwas merkwürdigen Tatsache, daß ein Ofen mit wesentlich amerikanischer Konstruktion jetzt in einer deutschen Zeitschrift als Fortschritt angepriesen wird, muß dazu bemerkt werden, daß aus der vorstehenden Veröffentlichung ein solcher Fortschritt nicht zu entnehmen ist. Die Angaben machen keinen sehr vertrauenerweckenden Eindruck. Daß z. B. 4 Öfen von einer Person bedient werden können, kann auf den metallurgischen Teil keinesfalls zutreffen. Ist nur die rein elektrische Bedienung an der Schalttafel gemeint, so hätte dies etwas klarer hervorgehoben werden müssen und ist jedenfalls als keine besondere Eigenschaft dieses Ofensystems anzusehen. Daß man mit 460 kWh unter günstigen Bedingungen für das Einschmelzen einer Tonne durchkommt, wird kaum leicht zu beweisen sein. Die Zahl ist zu nahe an der theoretischen Grenze. Ebenso dürfte die Annahme eines Stromverbrauchs von 500 kWh/t Stahlformguß für die Selbstkostenberechnung wesentlich zu niedrig gegriffen sein.

Vorstehendes soll nur die wesentlichsten Bedenken gegen den Inhalt der Veröffentlich- und in bezug auf technische und wirtschaftliche Zuverlässigkeit hervorheben. *V. E.*

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Bericht des Bayerischen Revisions-Vereins für das Jahr 1917.

[Zeitschr. des Bayer. Revisions-Ver., Bd. 22, S. 66.]

In seinem der Mitgliederversammlung vom 25. III. 1918 vorgetragenen Jahresbericht äußert sich der Direktor des Bayerischen Revisions-Vereins über Erfahrungen, welche bei den Revisionen elektrischer Anlagen gemacht wurden, wie folgt:

„Sehr verschlechtert haben sich im allgemeinen die Transformatoren, weil es an Aufsichtspersonal fehlt.

Die Nachteile der Ersatzbaustoffe treten am meisten bei den landwirtschaftlichen und in den Anlagen, die mit größeren Stromstärken arbeiten, zutage. Konnte schon bei der Verwendung von Friedensstoffen in den Stallungen und in den oft sehr feuchten Hausfluren landwirtschaftlicher Anwesen infolge der auftretenden Säuredünste ein befriedigender Zustand der Leitungen auf die Dauer nicht erreicht werden, so haben sich durch die mangelhafte Isolation der Kriegsersatzleitungen diese Verhältnisse noch ganz bedeutend verschlechtert. Wir mußten wiederholt feststellen, daß die Leitungen schon bald nach der Fertigstellung schadhaft wurden und — namentlich bei Gleichstrom — abbrannten. Mitschuld daran trägt allerdings oft die unsachgemäße, manchmal sogar geradezu gewissenlose, allen Vorschriften Hohn sprechende Ausführung der Anlagen.

Dort, wo mit höheren Stromstärken gearbeitet wird, sind es vor allem die Leitungsverbindungsstellen und die Kontakte der Schaltapparate, die zu Schwierigkeiten Veranlassung geben. Die metallische Berührung der Verbindungsstellen verschlechtert sich nach und nach durch das Arbeiten des Metalls bzw. durch Oxydation. Dadurch tritt an den Stromübergangsflächen starke Erwärmung ein, die sich bei Nichtbeachtung bis zum Glühen und Abbrennen der Leitungen bzw. Kontaktteile steigern kann. Es sind bei den Ersatzstoffen die Stromübergangsflächen zu klein bemessen, u. zw. auch bei Ausführungen bester Werke und Geschäfte. Man wird stets gut tun, die Apparate bei gleicher Leistung reichlicher zu bemessen als für Friedensstoffe und alle Verbindungsstellen, namentlich hinter Schalt- und Verteilungstafeln, so anzuordnen, daß sie jederzeit leicht nachgesehen und angezogen werden können.

Auch die Zahl der fehlerhaften Sicherungen bei Inneneinrichtungen hat zugenommen, weil neue Sicherungen nicht immer leicht zu beschaffen sind und deshalb mehr als früher kurzerhand mittels Drähten überbrückt werden. Wiederinstandgesetzte Sicherungen haben wir öfter zu prüfen gehabt; sie versagten fast immer. Wir gestehen jedoch zu, daß die vorgeschriebene Prüfung die praktische Beanspruchung weit übertrifft.

Digitized by Google

Fehler an unterirdisch verlegten Kabeln hatten wir in diesem Jahre öfter als sonst aufzusuchen; es geschah stets mit Erfolg.

Wegen der Schwierigkeit in der Beschaffung von Baustoffen gewähren wir für die Instandsetzung der Aufzüge längere Fristen; trotzdem kommt es selten vor, daß innerhalb dieser Frist auch nur die leicht zu behebenden Mängel beseitigt sind. Da die Herstellung von neuen Aufzügen z. Zt. sehr kostspielig ist, haben sich kleine Geschäftsleute dadurch zu helfen gesucht, daß sie aus alten, verbrauchten Aufzugsteilen Aufzüge zusammensetzten. Hierbei ergab sich aber, daß die dadurch später erforderlich gewordenen Instandsetzungsarbeiten teurer kamen, als wenn von vornherein ein neuer Aufzug aufgestellt worden wäre. Von drei tödlichen Unfällen an Aufzügen waren zwei lediglich dadurch veranlaßt, daß die Glasscheiben in den Schachttüren fehlten; dadurch war es im Aufzuge Fahrenden möglich geworden, den Kopf während der Fahrt in die Fahrbahn hineinzubringen. Im dritten Falle hatte sich ein Fahrstuhlführer leichtsinnigerweise bei geschlossenen Türen und eingeschalteter Maschine im Fahrschachte zu schaffen gemacht und wurde dabei vom Fahrkorb erdrückt."

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

Die 5. Jahresversammlung findet am Sonnabend, den 21. IX. 1918, nachm. 4 Uhr, in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Charlottenburg, Werner Siemensstr. 8/12, statt. Auf der Tagesordnung stehen neben Geschäftsbericht, Entlastung des Vorstandes und Wahlen folgende Vorträge: Dr. Lux, Berlin, „Das Beleuchtungswesen in der Architektur. (Allgemeine Aufgaben, die Vorausberechnung der Beleuchtung.)" Dr. Gehlhoff, Friedenau, Über Photometrie von Scheinwerfern."

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Hochschulnachrichten. Der Direktor der Technischen Staatslehranstalten in Hamburg, Prof. H. Zopke, ist nach schwerem Leiden im Alter von 52 Jahren gestorben.

Bertelsmeier, bisheriger Direktor der städt. Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke zu Rendsburg hat die Leitung des Überlandwerkes in Hameln übernommen. Zu seinem Nachfolger wurde Ingenieur Wendhut aus Berlin-Steglitz ernannt.

LITERATUR.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Der britische Wirtschaftskrieg und seine Methoden. Von O. Jöhlinger. 522 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 14 M.

Übergangswirtschaft. Von G. Bernhard. 151 S. in 8°. Verlag von Karl Siegismund. Berlin 1918. Preis 5,50 M, geb. 7,15 M.

Die Thüringer Frage. Denkschrift über Vereinheitlichungen in Gesetzgebung und Verwaltung der Thüringischen Staaten. Herausgegeben vom Landesausschuß der Nationalliberalen Partei in Thüringen. 64 S. in 8°. Verlag der Geraer Verlagsanstalt. Gera 1918. Preis 1,50 M.

Doktordissertationen.

H. Graf. Das Eindringen der Gotischen Formen in die Bauentwicklung Altbayerns. Technische Hochschule. München 1918.

Sonderabdrucke.

B. Walter. Über die Ermittelung der zeitlichen Aufeinanderfolge zusammengehöriger Blitze sowie über ein bemerkenswertes Beispiel dieser Art von Entladungen. „Physikalische Zeitschrift", Bd. 19, 1918, S. 273/279.

Neue Zeitschriften.

Archiv für Elektrotechnik, Bd. 7, 1918, Heft 1, enthält folgende Arbeiten: J. Biermanns, Ausgleichsvorgänge beim Kurzschluß von Kollektormaschinen; W. Rogowski, Die Spule bei Wechselstrom; K. W. Wagner, Bemerkungen zu meiner Arbeit „Wanderwellen-Schwingungen und Transformatorenwicklungen".

HANDELSTEIL.

Die Forderungen der Elektrogroßhändler.

Auf der am 9. bis 12. Mai in Nürnberg abgehaltenen 8. Jahresversammlung der Elektrogroßhändler-Vereinigung Deutschlands e. V. hielt ihr Syndikus Dr. Münch, Leipzig, einen Vortrag über Zwecke und Ziele der Vereinigung, dem wir folgendes entnehmen: Das z. Zt. in den Geschäften der Mitglieder der E. G. V. angelegte Kapital beträgt rd 35 Mill. M, der Umsatz dieser Firmen betrug im Jahre 1917 über 95 Mill. M. Redner erörterte die Beziehungen der Elektrogroßhändler zu den Lieferanten (Fabrikanten) einerseits und zu deren Kunden (Überlandzentralen, Elektrizitätswerke, Installateure und selbst installierende Industrieunternehmungen) anderseits. Er wies auf die Schwierigkeiten hin, mit denen der Großhandel in der Elektrotechnik zu kämpfen hat und zeigte an Beispielen die Bestrebungen einzelner Abnehmergruppen, den Großhandel durch gemeinsamen Einkauf auszuschließen. Auch die Monopolisierungsabsichten der Großfirmen wurden im Vortrag eingehend berücksichtigt und dabei festgestellt, daß durch entschiedenes Vorgehen der E. G. V. und des Installateurverbandes schon Ersprießliches in der Vereitelung von Monopolen geleistet worden ist. Die Verstaatlichung der Elektrizitätsversorgung wurde vom Redner gebilligt, da der Staat ein Interesse daran hat, daß alle Erwerbsgruppen (Fabrikanten, Großhändler und Installateure) gleichmäßig auf ihre Rechnung kommen. Zur Übergangswirtschaft übergehend, wurde die baldige Befreiung des Handels, auch in der elektrotechnischen Industrie, von allen Bevormundungen durch Kriegsgesellschaften gefordert. Die Forderungen der E. G. V. sind folgende:

1. Festhalten an der althergebrachten Weise, die elektrotechnischen Waren vom Erzeuger zum Verbraucher über den Großhandel als Vermittler zu leiten. Unter den beteiligten Erwerbsgruppen ist ein Handinhandgehen ohne unnötige Reibung anzustreben. Keiner von ihnen ist entbehrlich. Es darf daher keiner ausgeschaltet werden. Hierfür müssen die Beteiligten gemeinschaftlich mit aller Energie eintreten.

2. Überall ist der uneingeschränkte, freie Wettbewerb zuzulassen. Die Bestrebungen der Industrie, mit Unterstützung der Großbanken durch Vertrustung und durch Syndikate den Handel auszuschalten, müssen bekämpft werden. Die Industrie kann sehr wohl zu Vereinbarungen mit dem Handel gelangen, damit die Arbeitsgebiete angemessen abgegrenzt werden. Hieraus können beide Teile nur Vorteile ziehen.

3. Die Elektrizitätsversorgung möge, wenn die Entwicklung in Deutschland nun einmal darauf hindrängt, verstaatlicht werden. Dann soll aber erst recht der freie Wettbewerb aller bisher auf diesem Gebiete tätigen Erwerbsgruppen zugelassen werden. Jedes Monopol muß ausgeschlossen sein. Die öffentlichen Verbände müssen insbesondere von der Errichtung eigener Installationsbureaus absehen, denn ihre Aufgabe ist nur die Erzeugung und Abgabe des Stromes. Damit sind dem Installateur und dem Großhändler ohne weiteres ihre Plätze angewiesen.

4. Nach dem Kriege muß der freie Handel sobald als möglich wieder zu seinem Rechte kommen. Die bedingungslose Wiedereinsetzung des Handels in den Stand vollkommener wirtschaftlicher Gleichberechtigung und baldige Beseitigung aller Verfügungen und Verordnungen, welche den freien Handel fesseln, sind mit allen Mitteln anzustreben. Zur Wiederherstellung der Freiheit des Handels ist aber die baldige Beseitigung aller staatssozialistischen, gemeinwirtschaftlichen und kriegswirtschaftlichen Unternehmungen nötig.

5. Die Bewirtschaftung der Rohstoffe muß allen Erwerbsgruppen gerecht werden, nicht nur der Großindustrie. Es muß eine gerechte Zuteilung erstrebt werden. Hierbei muß auf den Handel große Rücksicht genommen werden.

6. Der Elektrogroßhandel muß mehr als bisher zu staatlichen Lieferungen herangezogen werden, denn er hat seine Leistungsfähigkeit gerade während der Schwierigkeiten des Krieges erwiesen. Die E. G. V. wird zu diesem Zwecke jede Gelegenheit ergreifen, mit den in Frage kommenden Behörden nähere Fühlung zu nehmen.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Jenaer Elektricitätswerke A. G., Jena[1]). Nach dem Bericht über das 16. Geschäftsjahr 1917 wurden vereinnahmt aus Stromlieferung 0,289 Mill. M (0,267 i. V.), aus Straßenbahnbetrieb 0,352 Mill. M (0,246 i. V.), aus Überschüssen der Installationsabteilung 0,039 Mill. M (0,019 i. V.), im ganzen 0,696 Mill. M (0,546 i. V.). Der Reingewinn einschl. Vortrag stellte sich auf 0,149 Mill. M (0,130 i. V.). Es sollen 5% Dividende (4 i. V.) auf 1,5 Mill. M gezahlt werden. Die Zahl der auf der Straßenbahn beförderten Personen betrug 3,408 Mill. (2,527 i. V.), die der geleisteten Wagenkm 0,588 Mill. (0,673 i. V.). Die Betriebseinnahmen stellten sich f. d. Person auf 10,32 Pf (9,73) und f. d. Wagenkm auf 59,83 Pf (36,57 i. V.), die Betriebsausgaben auf 6,58 Pf (8,04 i. V.) bzw. 38,20 Pf (30,23 i. V.).

Deutsch-Niederländische Telegraphen-Gesellschaft A. G., Köln[1]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 1,982 Mill. M (2,017 i. V.) und der Reingewinn einschl. Vortrag 0,536 Mill. M (0,506 i. V.). Es soll eine Dividende von 6% (wie i. V.) auf 7 Mill. M gezahlt werden.

Deutsch-Südamerikanische Telegraphengesellschaft A. G., Köln[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 4,038 Mill. M (4,117 i. V.) und der Reingewinn einschl. Vortrag 0,687 Mill. M (1,091 i. V.). Es soll eine Dividende von 5% (wie i. V.) auf 12,5 Mill. M gezahlt werden.

Deutsch Atlantische Telegraphengesellschaft, Köln[3]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 stellten sich die Einnahmen auf 2,113 Mill. M (2,332 i. V.) und der Reingewinn einschl. Vortrag auf 0,918 Mill. M (1,001 i. V.). Es soll eine Dividende von 3½% (4 i. V.) auf 24 Mill. M gezahlt werden.

Dividenden. A. G. für Elektrizitäts-Industrie, Hamburg: 7% (6 i. V.).

Firmenverzeichnis.

Bayerische Bergmannwerke G. m. b. H., München. Gegenstand: Anfertigung, Erwerbung, Verwendung und Veräußerung von Anlagen und Gegenständen, welche zur Erzeugung oder Verteilung elektrischer Energie dienen können oder in das Gebiet der Maschinen-, Automobil- und Metallindustrie fallen, Erwerb aller auf die obengenannten Objekte bezughabenden Patente, Lizenzen oder Gebrauchsmuster, Erwerb, Pachtung und Veräußerung von Grundstücken, Errichtung von Anlagen und Beteiligung an Unternehmungen, deren Geschäftsbetrieb zu obigen oder ähnlichen Zwecken in Beziehung steht. Stammkapital: 1 Mill. M. Geschäftsführer: Dr. Rossner, Berlin.

Elektrosalpeter-Werke A. G., Berlin. Gegenstand: Herstellung und Vertrieb chemischer und technischer Produkte und Verwertung hierauf bezüglicher Erfindungen, Verfahren und Patente, Beteiligung an anderen Unternehmungen. Grundkapital: 3 Mill. M. Vorstand: Dr. F. Rothe und Dr. W. Siebert.

Schiffs-Installation A. G., Zweigniederlassung Hamburg. Zweigniederlassung der Schiffsinstallation A. G., Bremen.[4]) Gegenstand: Ausführung elektrischer und sonstiger Installationen, insbesondere auf Schiffen, Herstellung und Vertrieb dafür geeigneter Maschinen und Apparate jeder Art sowie Betreibung aller damit in Verbindung stehenden und sonstigen Geschäfte nach dem Ermessen des Aufsichtsrats. Stammkapital: 1,4 Mill. M. Vorstand: A. Weidemann.

Schiffs-Telegraphen-Fabrik W. Schultz, G. m. b. H., Geestemünde. Gegenstand: Herstellung von Apparaten der Feinmechanik und verwandter Gebiete, insbesondere Herstellung mechanischer Schiffstelegraphenapparate usw. Stammkapital: 0,2 Mill. M. Geschäftsführer: Fr. W. Grunel.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft Janikow m. b. H., Janikow (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft Ebersdorf m. b. H., Ebersdorf, Kr. Sprottau (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50).

Schweiz. Unter dem Namen Elektro-Automat A. G. hat sich in Zürich eine Aktiengesellschaft zwecks Erwerbung der Patente von Dr. K. Freuler und O. Pletscher, betreffend eine Taschenlampe ohne Batterie, Velo- und Motorvelolampe, Kleindynamo usw. und deren Verwertung gebildet. Aktienkapital: 0,2 Mill. Fr.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1918, S. 112.
[2]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 432.
[3]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 592.
[4]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1918, S. 20.
[5]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 540.

Abschluß des Heftes: 31. August 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. O. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 12. September 1918.** **Heft 37.**

Das Bayernwerk.

Von Baurat C. Zell, München.

Übersicht. **Das von der bayerischen Regierung den Kammern der Abgeordneten und der Reichsräte vorgelegte Projekt über Verwertung der Walchenseekraft durch Gründung einer gemischtwirtschaftlichen Stromverteilungsgesellschaft wird an Hand der Regierungsdenkschrift und der Kammerverhandlungen besprochen.**

Wie schon aus früheren Berichten der „ETZ“[1]) zu entnehmen, hatte Reichsrat Dr. Oskar von Miller Ende des Jahres 1915 bereits allgemeine Vorschläge ausgearbeitet, nach denen ein gemischtwirtschaftliches Unternehmen mit dem Namen „Bayernwerk“ die großen Elektrizitätswerke im rechtsrheinischen Bayern mittels eines Hochspannungsnetzes zusammenschließen und gleichzeitig die Walchenseekraft über das ganze Land verteilen soll. Die Staatsregierung hat den Gedanken aufgegriffen und Herrn von Miller als Sachverständigen mit der weiteren Ausarbeitung betraut.

Auf Grund der hiernach ausgearbeiteten Entwürfe fanden sodann eingehende Verhandlungen zwischen der Staatsregierung und den für die Gründung des Bayernwerks in Betracht kommenden Städten und Überlandwerken statt, die im Frühjahr 1918 in den grundlegenden Fragen soweit zu einer Übereinstimmung führten, daß die Staatsregierung die Vorlage nunmehr dem Landtag unterbreiten konnte. Reichsrat von Miller gab bei den Verhandlungen als Regierungskommissar die technischen Erläuterungen.

Am 21. Juni d. J. hat die Kammer der Abgeordneten, am 27. Juli die Kammer der Reichsräte die Vorlage einstimmig angenommen.

Die Regierungsvorlage bezeichnet als Aufgaben des Bayernwerks: die durch ihre Größe, Speicherfähigkeit, Betriebssicherheit und Billigkeit besonders wertvolle Wasserkraft des Walchenseewerkes durch ein Hochspannungsnetz über das ganze rechtsrheinische Bayern zu verteilen. Dieses Hochspannungsnetz soll außerdem die Leistung später auszubauender, staatlicher Wasserkräfte sowie die überschüssigen Leistungen der sonstigen bayerischen Wasserkräfte und besonders billige Leistungen von Wärmekraftwerken, z. B. Braunkohlenkraftwerken, aufnehmen und durch ihre Verteilung zur möglichst vollkommenen Ausnutzung der bestehenden und künftigen Großkraftwerke Bayerns beitragen. Das Walchenseekraftwerk wird mit einer Leistung von zunächst 50000 kW vom Staate erbaut und liefert an das Bayernwerk jährlich bis zu 150 Mill. kWh Drehstrom von 100000 V Spannung. Das Bayernwerk errichtet ein Hochspannungsnetz, das in stufenweisem Ausbau in einem über ganz Bayern ausgebreiteten Ring von Kochel über München, Augsburg, Nürnberg, Würzburg mit einer Seitenleitung nach Dettingen, Schweinfurt, Bamberg, Bayreuth, Amberg, Haidhof, Regensburg, Landshut und zurück nach München und Kochel geführt werden soll. Zwischen Amberg und Nürnberg wird außerdem noch eine Querverbindung eingeschaltet. Der vom Leitungsnetz aufgenommene Strom soll grundsätzlich nur an Großverteiler der Elektrizität abgegeben werden, die ihrerseits die Transformatorenstationen für die Aufnahme des Stromes und die weitere Verteilung in ihren Netzen errichten.

Als Beteiligte für die Gründung des Bayernwerks haben sich bereit erklärt:

- Stadtgemeinde München;
- Isarwerke G. m. b. H., München;
- Amperwerke Elektr.-A. G., München;
- Oberbayerische Überlandzentrale A.G., München;
- Stadtgemeinde Augsburg;
- Lech-Elektrizitätswerke A. G., Augsburg;
- Stadtgemeinde Nürnberg;
- Großkraftwerk Franken A.G., Nürnberg;
- Fränkisches Überlandwerk A.G., Nürnberg;
- Bayerische Überlandzentrale A.G., Regensburg;
- Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft Berlin, als voraussichtliche Unternehmerin für das Überlandwerk Niederbayern;
- Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, als voraussichtliche Unternehmerin für das Überlandwerk Oberfranken-West, zugleich für die Bayerische Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft;
- Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, als voraussichtliche Unternehmerin für das Überlandwerk Unterfranken-Ost;
- Elektrische Kraftversorgung A.G. Mannheim, als voraussichtliche Unternehmerin für Unterfranken-West.

Für die Aufnahme weiterer Beteiligungen von Städten oder Unternehmungen, die an der Stromlieferung oder am Strombezug interessiert sind, ist Vorsorge getroffen.

Die Gesellschaft Bayernwerk soll als G. m. b. H. mit einem Gesellschaftskapital von 10 Mill. M begründet werden, von dem der Staat 51%, die übrigen Beteiligten zusammen 49% übernehmen. Das über das Stammkapital hinausgehende Anlagekapital soll durch Schuldaufnahme beschafft werden.

Durch einen Staatsvertrag werden der Gesellschaft die erforderlichen Rechte hinsichtlich der Benutzung staatlichen Eigentums eingeräumt, anderseits bestimmte Verpflichtungen für den Ausbau des Leitungsnetzes und die Stromversorgung des rechtsrheinischen Bayerns auferlegt. Außerdem ist der Staat nach diesem Vertrag berechtigt, das Unternehmen nach 50 Jahren zu erwerben. Als Ablösungspreis soll der Betrag der Herstellungskosten der ersten Anlage mit Einschluß der Erweiterungen unter Abzug von jährlich 1% dieser Herstellungspreise bezahlt werden.

Der Ausbau des Leitungsnetzes soll sofort nach Friedensschluß beginnen. Das Leitungsnetz soll aus Kupferseilen von 70 mm² Querschnitt oder Aluminiumseilen von 120 mm² Querschnitt hergestellt und auf Eisenmasten mit großen Spannweiten verlegt werden.[1]) Je nach auftretendem Strombedarf soll das Bayernwerk verpflichtet sein, das Leitungsnetz in folgenden vier Ausbaustufen herzustellen.

Zahlentafel 1.

Ausbaustufe	Vorausgesetzter Stromverbrauch Mill. kWh	Anlagekosten Mill. M	Gesamtkosten Mill. M
1. Kochel — München — Augsburg—Nürnberg . .	85,0	9,8	9,8
2. Erweiterung über Amberg—Haidhof—Regensburg — Landshut — München	110,0	6,4	16,2
3. Nördlicher Ring: Nürnberg—Würzburg — Schweinfurt — Bamberg —Bayreuth — Amberg. .	140,0	8,8	25,0
4. Würzburg—Dettingen .	150,0	2,0	27,0

Die Abnehmer errichten die Transformatorenstationen zur Entnahme des Stromes aus dem 100000 V-Netz selbst. Sie bezahlen für die entnommene Spitzenleistung eine Grundgebühr von 18 Mk/kW und Jahr, hierzu einen Strompreis von 2,6 Pf/kWh. Dieser Strompreis bezieht sich auf einen Kohlenpreis von 36 Mk/t Ruhrkohle am Platze Rangierbahnhof Nürnberg und erhöht bzw. erniedrigt sich für jede Mark, um welche der Kohlenpreis steigt oder sinkt, um 0,05 Pf/kWh. Der Kohlenpreis soll halbjährlich festgestellt werden. Bei größeren Verbrauchen finden Preisermäßigungen bis zu 10% statt. Hinsichtlich der Berechnung der Grundgebühr und des Kohlenpreiszuschlages werden Erleichterungen gewährt, wenn die Verzinsung des Gesellschaftskapitals 5% übersteigt. Insbesondere soll eine Nachprüfung der Kohlenklausel in Abschnitten von 5 zu 5 Jahren erfolgen.

Nach den aufgestellten Berechnungen erlöst das Bayernwerk auf diesen Preisgrundlagen durchschnittlich 3,2 Pf/kWh.

Für den Strombezug aus dem Walchensee-Kraftwerk und für Überschußstrommengen aus sonstigen Wasserkraftwerken bezahlt das Bayernwerk hochspannungsseitig gemessen im Winter 1,8, im Sommer 1,2 Pf/kWh.

Die Spannung zwischen dem Einkaufs- und Verkaufspreis wurde so festgelegt, daß in den einzelnen Ausbaustufen und bei vollem Ausbau des Leitungsnetzes voraussichtlich nach Deckung der Selbstkosten eine 5 bis 6%ige Verzinsung des Gesellschaftskapitals erzielt wird.

Von den Überschüssen, die sich über eine 5%ige Verzinsung des Gesellschaftskapitals ergeben, sollen die Stromlieferer und die Stromabnehmer des Bayernwerks im Verhältnis der umgesetzten Strommengen je 25% erhalten und nur der Rest soll zu einer Erhöhung der Dividende verwendet werden.

Über die Wirtschaftlichkeit des Bayernwerks geben die folgenden der Regierungsvorlage entnommenen Zahlen eine kurze Übersicht. (Zahlentafel 2.)

Nach den bisherigen, von den beteiligten Gründern abgegebenen Erklärungen sind für den ersten Ausbau, d. i. die Leitung Kochel—München—Augsburg—Nürnberg, bereits 100 Mill. kWh gewährleistet. Für den östlichen und nördlichen Ring sind weitere 49 Mill. kWh in Aussicht gestellt, wovon allerdings der

[1]) Vgl. „ETZ“ 1916, S. 85 u. 710.

[1]) Als Anlagekosten sind angenommen für 1 km Doppelleitung rd 30000 M, für 1 km Einfachleitung 16500 M mit Mehrkosten von 5000 M/km bei Aufstellung von Masten für die Doppelleitung. Die Preise sind unter der Annahme aufgestellt, daß nach dem Kriege die Leitungen durchschnittlich 80% teurer sein werden als vor dem Kriege.

Digitized by Google

größte Teil auf neu zu gründende oder noch zu erweiternde Unternehmungen trifft.

Zahlentafel 2.

		Ausbaustufe 1	2	3	4
Strombezug	Mill. kWh	99,000	131,000	168,000	192,675
Ausgaben:					
Verzinsung, Tilgung, Abschreibung, Unterhaltung, 6,5 % des Anlagekapitals	Mill. M	0,640	1,050	1,620	1,750
Verwaltung, Bedienung, allgemeine Unkosten	„	0,250	0,325	0,400	0,450
Kosten des Strombezugs	„	1,800	2,031	2,694	3,139
Summe der Ausgaben	Mill. M	2,690	3,406	4,714	5,339
Stromabgabe	Mill. kWh	90,000	120,000	155,000	177,675
Stromeinnahmen	Mill. M	2,870	3,800	4,954	5,667
d. i. Pf/kWh		3,2	3,2	3,2	3,2
Überschuß	Mill. M	0,180	0,394	0,240	0,328
Hiervon 25 % für die Stromlieferer	„	0,045	0,098	0,060	0,082
„ 25 % „ „ Stromabnehmer	„	0,045	0,098	0,060	0,082
Für das Bayernwerk	„	0,090	0,198	0,120	0,164

Einen weiteren Überblick gibt die Regierungsvorlage über die Wirtschaftlichkeit des vom Staate zu erbauenden Walchenseekraftwerkes. Der Staat erzielt hiernach bei vollem Ausbau des Werkes eine Stromeinnahme von 2,251 Mill. M. Als Einnahme soll für das Walchenseewerk durch die abzuschließenden Verträge eine Verzinsung der Anlagekosten von mindestens 5% von Anfang an gesichert werden. Dies geschieht in der ersten Ausbaustufe des Bayernwerks durch Gewährleistung einer Mindestzahlung von 1,8 Mill. M. Die Überschüsse, die sich bei fortschreitender Ausnutzung des Werkes gegenüber einer 5%igen Verzinsung ergeben, sollen bis zu einer Höhe von 0,2 Mill. M in einen Ausgleichsfonds für künftig zu erbauende Wasserkräfte gelegt werden.

Der Wirtschaftsplan für das Walchenseekraftwerk ist durch Zahlentafel 3 erläutert.

Zahlentafel 3. Wirtschaftliches Ergebnis für das Walchenseewerk.

		Ausbaustufe 1	Ausbaustufe 2	Ausbaustufe 3	Voller Ausbau 4
Anlagekosten des Walchenseewerkes:					
Wasserkraftanlage	Mill. M	18,000	18,000	18,000	18,000
Transformatorenstation	„	2,000	2,000	2,000	2,000
zusammen	Mill. M	20,000	20,000	20,000	20,000
Stromabgabe des Walchenseewerkes:					
im Winter	Mill. kWh	61,0	69,0	74,0	76,3
im Sommer	„	38,0	56,0	69,0	73,2
	Mill. kWh	99,0	125,0	143,0	149,5
Ausgaben des Walchenseewerkes:					
Verzinsung, Tilgung, Unterhaltung der Wasserkraftanlagen (7 % vom Anlagekapital)	Mill. M	1,260	1,260	1,260	1,260
Desgl. der Transformatorenstationen (8,5 % vom Anlagekapital)	„	0,170	0,170	0,170	0,170
Schmier-, Putz- und Kleinmaterial	„	0,010	0,015	0,015	0,015
Bedienung, Verwaltung und allgemeine Unkosten	„	0,200	0,265	0,315	0,315
Zuschuß zu den Waldbahnen	„	0,160	0,160	0,160	0,160
	Mill. M	1,800	1,870	1,920	1,920
Einnahmen aus Stromverkauf an das Bayernwerk	„	1,800	1,914	2,160	2,251
Überschuß	Mill. M	—	0,044	0,240	0,331
Gewinnanteil am Bayernwerk rund	„	0,045	0,090	0,050	0,060
	Mill. M	0,045	0,134	0,290	0,391
Hiervon ab: Rücklage in den Ausgleichfonds für Wasserkräfte	„	0,045	0,134	0,200	0,200
Verbleibender Überschuß über 5 % des Anlagekapitals	Mill. M	—	—	0,090	0,191
Das entspricht einer Gesamtverzinsung des Anlagekapitals von		—	—	5½ %	6 %

Bei den Verhandlungen der Abgeordnetenkammer erfreute sich die Vorlage des allgemeinen Interesses und der Zustimmung aller Parteien. Besondere Anerkennung bei allen Rednern, zunächst dem Berichterstatter Dr. von Pichler (Zentrum), den Abgeordneten Osel (Zentrum), Winsauer (Lib.), Walz (Freis. Volkspartei), Heim (Bayer. Bauernbund), Gölzer (Soz.), fand der gemeinnützige Charakter des neuen Unternehmens, für dessen Durchführung sowohl der Staat als auch die beteiligten Großverteiler ihre Mitarbeit unter Verzicht auf irgend welchen erheblichen Gewinn in den Dienst einer großzügigen Stromversorgung Bayerns stellen. In Übereinstimmung mit dem Berichte des Regierungskommissars O. v. Miller wurde anerkannt, daß die schon so lange begehrte Walchenseekraft nur durch Vermittlung der Großverteiler der Allgemeinheit erschlossen werden kann. Wenn die größeren Gemeinden und die industriellen Unternehmungen sich direkt an das Bayernwerk anschlössen, dann blieben den Überlandwerken keine Einnahmen, welche den Bau von Leitungen zu Einzelgemeinden, Einzelhöfen usw. ermöglichen. Es sei auch zu berücksichtigen, daß ein staatliches Unternehmen nicht so gut wie eine Stadtverwaltung oder die Leitung eines Überlandwerks mit den einzelnen Konsumenten sich in Verbindung setzen, ihre Interessen fördern und mit ihnen Verhandlungen unter Berücksichtigung der örtlichen Eigentümlichkeiten führen könne. Aus all diesen Gründen sei es richtig, daß das Bayernwerk als gemischt-wirtschaftliches Unternehmen gegründet werde und den Strom ausschließlich an Großverteiler liefere. Ausnahmen sollen nach dem Bericht des Regierungskommissars nur stattfinden, wenn der Großverteiler einen größeren Einzelabnehmer infolge technischer oder wirtschaftlicher Schwierigkeiten nicht zu angemessenen Preisen mit Strom versorgen könne oder wolle. Aber auch hierzu haben die Abgeordneten Osel und Winsauer erwähnt, daß die Privatunternehmungen durch die Beteiligung des Staates nicht in ihrer Erwerbsmöglichkeit beschränkt werden dürfen und sollen, und daß hierbei möglichst Differenzen vermieden werden sollen.

Der bisher durch die Ausnutzung der Walchenseekraft erwartete Umschwung in den Tarifen der einzelnen Gemeinden kann nach den Ausführungen O. v. Millers leider nicht eintreten, weil die Überlandwerke neben den Kosten des Strombezuges noch die weit höheren Kosten der Stromverteilung und Stromzuleitung haben. Wenn z. B. in einer Gemeinde der Strom durchschnittlich 18 Pf koste, so würden dabei die Stromerzeugungskosten nur 4 bis 6 Pf., die Stromverteilungskosten dagegen 12 bis 14 Pf f. d. Kilowattstunde ausmachen; wenn sich also die Stromeinkaufskosten um ⅓ verbilligen, würde dadurch der Verkaufspreis in den Gemeinden höchstens eine Ermäßigung um 1/12 erfahren. Das Bayernwerk mache es aber möglich, den Strom nach Gegenden zu leiten, in denen man ihn bisher nicht zur Verfügung stellen konnte; deshalb bestehe der Hauptvorteil des Bayernwerks nicht in einem überraschenden Sinken der gemeindlichen Stromtarife sondern in der Verteilung des Walchenseestromes über das ganze Land.

Die Werke im Norden Bayerns seien während des ganzen Jahres, die mit Wasserkraft betriebenen Werke im Süden Bayerns teilweise im Winter auf Erzeugung des Stromes durch Dampfkraft angewiesen. Diese Dampfkraftleistungen sollen in der Hauptsache durch den Strombezug aus dem Bayernwerk ersetzt werden.

Der Nutzen, welcher sich aus der Spannung zwischen der billigen Stromerzeugung im Walchenseewerk und den höheren Gestehungskosten der Dampfwerke ergebe und nach einem von dem Regierungskommissar angestellten Vergleich sich auf jährlich etwa 5 bis 8 Mill. M beziffert, werde z. T. auf die Kosten des Hochspannungsnetzes verwendet, das nach dem Plane des Bayernwerks nicht nur nach Gebieten geführt werde, wo jetzt schon durch Fabriken und industrielle Unternehmungen großer Absatz an elektrischem Strom zu erwarten ist, sondern auch nach Niederbayern, der Oberpfalz, Oberfranken und Unterfranken, wo Industrie und Gewerbe mit Hilfe der Elektrizität sich erst entwickeln sollen. Trotzdem ergebe sich nach den Vergleichsberechnungen des Regierungskommissars durch den Zusammenschluß der Werke im Bayernwerk gegenüber dem Einzelbetrieb noch ein jährlicher Nutzen von 4 Mill. M, der es den Werken ermögliche, auf Installationsgewinne zu verzichten.

Aus dem Bericht des Regierungskommissars ist ferner noch zu entnehmen, daß nach seiner Ansicht die Walchenseekraft im Besitze des Staates verbleiben und durch den Staat betrieben werden soll; es sei aber nicht zu leugnen, daß durch die Beteiligung der Stromlieferanten an der Ausführung des Hochspannungsnetzes die technische Verantwortung und das wirtschaftliche Risiko für den Staat bedeutend geringer würde. Es sei fraglich, ob bei einem rein wirtschaftlichen Unternehmen es günstig sei, wenn dem Staate, dessen Erwägungen und Beschlüsse manchmal nicht allein von wirtschaftlichen, sondern auch von politischen Gesichtspunkten ausgehen, die Macht gegeben werde, nicht nur die beteiligten Privatwerke, sondern auch die Städte und Kreise zu überstimmen. Er halte die Frage persönlich allerdings nicht für sehr schwer-

Digitized by Google

wiegend. Als Regierungskommissar möchte er aber die Mehrheit des Stammkapitals des Staates vertreten. Es sei hierbei das Wertvollste, daß der Staat berechtigt sei, die Personen für den Vorsitzenden des Aufsichtsrates und namentlich für den ersten Direktor des Bayernwerkes auszuwählen.

Der Staatsminister Dr. von Brettreich dankte dem Hause für die freundliche Aufnahme des Entwurfes, Herrn von Miller für die geleistete Arbeit, die ihresgleichen zu suchen habe, und schließlich den am Bayernwerk beteiligten Unternehmern, von denen, wenn sie auch selbstverständlich in erster Linie in ihrem eigenen Interesse am Bayernwerk sich beteiligen, doch jeder hierbei ganz erhebliche Opfer bringe; denn nur dadurch, daß alle Beteiligten, deren Interessen gegenseitig doch sehr verschieden seien, ihren eigenen Nutzen bis zu einem gewissen Grade zurückstellen, sei es gelungen und werde es noch gelingen, das Bayernwerk zustande zu bringen.

Auf die Ausführungen verschiedener Redner, die sich darauf bezogen, wer an der bisherigen Verzögerung des Ausbaues der Walchenseekraft nun die Schuld trage, betonte der Staatsminister, daß die Staatsregierung das Vorliegen eines Verschuldens nicht anzuerkennen vermöge; wenn ein Verschulden vorliege, wären alle daran Beteiligten, auch der Landtag mit seinen beiden Kammern hiervon nicht freizusprechen. Es waren seinerzeit die Verhältnisse nicht dafür geeignet, um das Bayernwerk und das Walchenseewerk vor dem Kriege durchzuführen; jedenfalls wäre es vor dem Kriege nicht gelungen, das Bayernwerk so wie es jetzt vorliege, zustande zu bringen.

Die gleich günstige Aufnahme fand die Regierungsvorlage bei der Kammer der Reichsräte. Reichsrat Ritter von Fink begrüßt als Referent in seinen Ausführungen insbesondere die Form des gemischtwirtschaftlichen Unternehmens und empfiehlt den gesunden Gedanken, den Staat durch die Beteiligung der Stromlieferanten und Stromabnehmer in der technischen Verantwortung und im wirtschaftlichen Risiko zu entlasten, bei der Durchführung voll zur Auswirkung kommen zu lassen. Es sei zweckmäßig, eine Betriebseinheit zwischen Walchenseekraftwerk und Bayernwerk, sei es durch Pacht oder Betriebsvertrag zu schaffen. Auch bei der Organisation, der Besetzung der leitenden Stellen möge der Staat Zurückhaltung üben. Es sei ein Unterschied, ob der Staat staatsschädliche Einflüsse durch ein Verhinderungsrecht auszuschließen in der Lage sei, oder ob er durch ausschließliche Vorzugsrechte vor den anderen die Verantwortung der Gesellschaftsführung im großen Maße allein zu tragen habe. Das erste müsse und könne er tun, das zweite sollte er unterlassen. Er hebt auch hervor, daß es bedenklich sei, wenn seitens des Regierungskommissars der Nutzen, der den angeschlossenen Werken erwachse, als sehr erheblich bezeichnet würde, und daß dieser Nutzen dazu verwendet werde, bisher als unrentabel abgelehnte Gebiete nunmehr in die Stromversorgung einzuschließen. Dies sei eine gefährliche Forderung, wenn sie unwidersprochen in das Land gehe, die in Wirklichkeit nur zu Enttäuschungen führe. Der vom Herrn Regierungskommissar aus den Vorteilen des Zusammenschlusses errechnete Nutzen (4 Mill. M) werde von den beteiligten Werken z. T. ganz verneint, z. T. als wesentlich zu hoch bezeichnet. Er warne daher davor, solche rechnerisch fiktiven Zukunftsgrößen umzumünzen in die Gegenwartsforderung, daß nunmehr alle bisher als unrentabel geltenden Gebiete angeschlossen werden könnten. Im Hinblick auf die durch das Bayernwerk allein ermöglichte Mitarbeit der Großkraftwerke sei es zu verlangen, daß Eingriffe in die Konzessionsgebiete durch Belieferung von Einzelabnehmern möglichst vermieden bleiben und insbesondere allgemein gehaltene Ausdrücke, wie angemessener Preis, Wahrung öffentlicher Interessen, von der Staatsregierung in loyaler Weise ausgelegt werden, wo die Rechtsverhältnisse solche direkte Anschlüsse aus dem Bayernwerk zulassen sollten. Staatsminister Dr. v. Brettreich gab auch hier die beruhigende Erklärung, daß die Staatsregierung großen Wert darauf lege, daß sie mit den bisherigen Gesellschaftern und Unternehmern gut auskomme, wenn diese ihre Rechte und Interessen wahrten; sie seien früher da gewesen, und es müsse deshalb auf ihre Interessen auch Rücksicht genommen werden. Der Direktor oder Geschäftsführer und der Vorsitzende der Gesellschaft würde nicht vom Staate allein ernannt, die Bestellung sei vielmehr nach dem Vertrage über die Gesellschaftsgründung Aufgabe der Gesellschafterversammlung. (Ausschußsitzung vom 20. VII. 1918.)

Durch die Annahme der Vorlage ist nunmehr die Staatsregierung in die Lage versetzt, die Gründung des Bayernwerks unter Beteiligung des Staates mit 51% des Stammkapitals durchzuführen und in die endgültigen Gründungsverhandlungen mit den übrigen Beteiligten einzutreten. Es ist wohl zu hoffen, daß bei dem gegenseitig vorliegenden Bestreben, eine mustergültige Elektrizitätsversorgung für ganz Bayern zu schaffen, auch in allen Einzelheiten der fruchtbringende Gedanke des gemischt-wirtschaftlichen Unternehmens einen Ausbau erfährt, der dem Staat die nötigen Sicherheiten, den beteiligten Unternehmungen eine zielfrohe und unbehinderte Entwicklungsfähigkeit, ganz Bayern aber eine möglichst rasche und in allen Formen zweckentsprechende Elektrizitätsversorgung gewährleistet.

Mechanische Vorstellungen über die elektromagnetischen Erscheinungen.[1])

Von Professor Dr. Artur Korn, Berlin.

Übersicht. **Die vom Verfasser aufgestellte Schwingungstheorie der elektromagnetischen Erscheinungen wird hier, unter Vermeidung komplizierter mathematischer Entwicklungen, in ihren Grundzügen auseinandergesetzt.**

In den letzten 25 Jahren sind bei den Theoretikern im Gebiete des Elektromagnetismus in steigendem Maße Ideen zur Geltung gelangt, welche die Versuche einer Zurückführung der elektromagnetischen Erscheinungen auf eine mechanische Grundlage als unfruchtbare Bestrebungen veralteter Richtungen hinstellen, ja die Möglichkeit einer solchen mechanischen Zurückführung überhaupt leugnen. Wenn die letztere wesentlich schwerer wiegende Behauptung entkräftet werden kann, wenn sich wirklich ein einwandfreies, einheitliches mechanisches Bild der elektromagnetischen Erscheinungen gewinnen läßt, dann wird die Ansicht, ein solches mechanisches Bild sei unnütz, auch bald wieder verschwinden, denn abgesehen davon, daß ein solches anschauliches Bild das Verständnis vieler komplizierter Erscheinungen wesentlich erleichtert, legt die historische Entwicklung der Naturwissenschaften ein beredtes Zeugnis dafür ab, daß die größten Fortschritte bisher stets mechanischen Vorstellungen zu danken waren.

Der Aufstellung einer mechanischen Theorie des elektromagnetischen Feldes und damit der Widerlegung der Ansicht, eine solche Theorie sei eine Utopie, habe ich einen großen Teil meiner Arbeitskraft gewidmet; diese Arbeiten sind zu einem gewissen und, wie ich nunmehr sagen darf, sehr befriedigenden Abschlusse gelangt, und ich möchte hier einiges über die Grundlagen in anspruchsloser, nicht allzu gelehrter Weise vortragen.

Wir müssen uns noch verständigen, was wir unter einer mechanischen Theorie verstehen wollen. Darüber kann kein Zweifel sein. Wenn wir von einer mechanischen Theorie sprechen wollen, müssen durch dieselbe die zu erklärenden Erscheinungen als Bewegungen materieller Systeme dargestellt werden, und für die Bewegung ist ein einheitliches Grundprizip vorauszusetzen. Besonders schön wäre es natürlich, wenn wir das in der klassischen Mechanik alle Bewegungen regelnde Grundprizip zugrunde legen könnten, welches wir als Prinzip von d'Alembert oder als Prinzip der kleinsten Aktion bezeichnen oder in irgendeiner anderen Fassung mit einem anderen Namen belegen mögen. Wenn man sich nun tatsächlich auf Betrachtungen beschränken wollte, welche dieses Prinzip für Bewegungen jeder beliebigen Größenordnung zur starren Grundlage nehmen, dann würde man sich sehr schwer zu überwindenden Schwierigkeiten bei dem Versuche einer mechanischen Theorie der elektrischen Erscheinungen gegenüber sehen, und aus der Erkenntnis dieser Schwierigkeiten heraus sind die Vorurteile gegen die mechanischen Theorien erwachsen; so wurde ja auch einmal vor längerer Zeit im Elektrotechnischen Verein ein Vortrag gehalten, der die ziemlich weitverbreitete Ansicht, eine mechanische Theorie der elektrischen Erscheinungen sei unmöglich, mit großem Nachdruck zu stützen suchte.

Es ist nun aber nichts Überraschendes, daß Gesetze, welche induktiv für Größen gewonnen sind, die unterhalb einer gewissen Grenze bleiben, einer Korrektur bedürfen, sobald diese Grenze überschritten wird; wir brauchen als Beispiel nur an das Gesetz der Reibung eines in der Luft mit einer gewissen Geschwindigkeit v fortschreitenden Körpers zu denken. Das mechanische Grundprinzip ist, wie jedes physikalische Gesetz, induktiv aus der Erfahrung gewonnen, u. zw. für Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, die unterhalb gewisser Grenzen liegen; es würde nichts Überraschendes sein, wenn das mechanische Grundgesetz z. B. für sehr große Beschleunigungen einer Korrektur bedürfen sollte, wie sie sich ergeben würden, wenn wir die elektrischen Erscheinungen durch Schwingungen von einer ganz außerordentlich kleinen Schwingungsdauer hervorgebracht denken.

Als eine solche Korrektur ist u. a. die Grundlage der Einsteinschen Relativitätstheorie zu bezeichnen, u. zw. ist dies eine recht komplizierte Korrektur, die nur dadurch eine formal einfachere Gestalt gewinnt, daß man altgewohnte Begriffe von Raum und Zeit umgestaltet. Dies nur als Beispiel; wir haben keinen zwingenden Grund, uns bei mechanischen Theorien Korrekturen des d'Alembertschen Prinzips zu widersetzen, wenn nur die Bedingung erfüllt wird, daß für die gewöhnlichen, in der klassischen Mechanik betrachteten Bewegungen das d'Alembertsche Prinzip mit einer durchaus genügenden Annäherung erfüllt ist. Im übrigen wollen wir aber von einer mechanischen Theorie verlangen, daß jeder physikalische Vorgang in einheitlicher Weise als Bewegung materieller Systeme interpretiert wird; wir verlangen also wirklich, zu wissen, welche Schwingungsbewegung entspricht einem Felde, welches durch ein Elektron, durch einen elektrischen Strom, durch Magnete usw. erzeugt wird, wir wollen wissen, was wir mechanisch unter einem Elektron, einem elektrischen Strom, einem Magnet zu verstehen haben.

Ich will nun sogleich zu der nicht ganz leichten Aufgabe übergehen, meine mechanischen Vorstellungen in einer anschaulichen Weise vorzutragen, ohne zu schwierige mathematische Hilfsmittel heranzuziehen, welche

[1]) Vortrag, gehalten in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins, Berlin, am 27. XI. 1917. Vgl. „ETZ" 1917, S. 589.

Digitized by Google

vielleicht denjenigen, die nicht Fachmathematiker sind, das Verständnis erschweren könnten, doch kann ich natürlich einige Formeln nicht entbehren. So darf ich wohl ein volles Verständnis dafür voraussetzen, wenn ich sage, daß ich das Wesen des elektromagnetischen Feldes darin erkenne, daß der ganze Raum von einem Medium geringer Dichte μ erfüllt ist, dessen Geschwindigkeitskomponenten die analytische Form haben[1]):

$$u = u_0 + u_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi + u_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi ,$$

$$v = v_0 + v_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi + v_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi ,$$

$$w = w_0 + w_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi + w_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi ,$$

wobei T eine ganz außerordentliche kleine Zeitdauer sein soll; wir wollen sie noch als sehr klein selbst gegen die Schwingungsdauer der in der Optik und der Theorie der Röntgenstrahlen vorkommenden Schwingungen betrachten. Die Geschwindigkeiten teilen sich damit in gewöhnliche Geschwindigkeiten u_0, v_0, w_0 und schwingende Geschwindigkeiten

$$\hat{u} = u_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi + u_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi , \quad \ldots ;$$

die ersteren werden wir, obwohl das Wort nicht immer zutrifft, als sichtbare Geschwindigkeiten bezeichnen; mit ihnen beschäftigt sich die klassische Mechanik. Die mittlere lebendige Kraft im Verlaufe einer Schwingungsdauer ist

$$\frac{1}{2} \sum \mu_0 (u_0^2 + v_0^2 + w_0^2 + \frac{1}{2} [u_1^2 + v_1^2 + w_1^2] + \frac{1}{2} [u_2^2 + v_2^2 + w_2^2]) \bar{d}\tau ,$$

wenn, für jedes Raumelement $\bar{d}\tau$, μ_0 die mittlere Dichte ist; wir müssen ja annehmen, daß auch die Dichte rasche periodische Änderungen um einen Mittelwert erleidet, abgesehen von denen größere Kompressionen oder Dilatationen nicht möglich sind. Es sei von vornherein bemerkt, daß in der mechanischen Theorie die Größen u_1, v_1, w_1 mit den elektrischen Komponenten X, Y, Z, die Größen u_2, v_2, w_2 mit den magnetischen Komponenten L, M, N der Maxwell-Hertzschen Theorie in erster Annäherung proportional sein werden.

Was haben wir uns bei dieser Grundlage zunächst unter einem Elektron vorzustellen? Die elektrischen Komponenten X, Y, Z, welche nach der Maxwellschen Theorie von einem elektrischen Teilchen ausgehen, haben eine Resultante proportional mit

$$\frac{1}{r^2} ,$$

wenn r die Entfernung vom Zentrum des Elektrons nach einem variablen Punkte bezeichnet, in dem X, Y, Z betrachtet werden; sie hat die Richtung nach dem Zentrum des Teilchens oder von diesem fort. Wenn wir Schwingungen mit den Geschwindigkeiten

$$u_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi , \quad v_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi , \quad w_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi$$

betrachten, wo u_1, v_1, w_1 den genannten, elektrischen Komponenten proportional sind, so kommen wir zu den Schwingungen, wie sie in einer Flüssigkeit durch ein pulsierendes Teilchen erzeugt werden. Man versteht unter einem pulsierenden Teilchen eine kleine Kugel, welche ihr Volumen periodisch ändert; mit den Schwingungen solcher Teilchen in inkompressiblen Medien hat sich zuerst vor etwa 50 Jahren eingehend der norwegische Mathematiker C. A. Bjerknes beschäftigt, und es ergab sich im besonderen für die scheinbare Wechselwirkung zweier, mit derselben Schwingungsdauer in einer Flüssigkeit pulsierenden Teilchen ein sehr wichtiges, grundlegendes Resultat: Zwei solche Teilchen wirken auf einander in einer Flüssigkeit mit zentral gerichteten Kräften, welche dem Quadrate der Zentraldistanz umgekehrt proportional sind, u. zw. ergibt sich Anziehung, wenn die beiden Pulsationen dieselben Phasen haben, d. h. wenn sich beide Kugeln zu gleicher Zeit ausdehnen, zu gleicher Zeit das Maximum ihres Volumens erreichen und dann wieder zu gleicher Zeit abnehmen, um zu gleicher Zeit das Minimum ihres Volumens zu erreichen. Dagegen ergibt sich Abstoßung, wenn die Pulsationen entgegengesetzte Phasen haben, d. h. wenn sich die eine Kugel in der Zeit ausdehnt, in welcher sich die andere zusammenzieht. Es fällt auf den ersten Blick der Anschauung schwer, sich eine plausible Ursache dafür zurecht zu legen, daß ein schwingendes Teilchen überhaupt eine sichtbare, nicht schwingungsartige Wirkung auf ein anderes Teilchen ausübt; wir müssen aber daran denken, daß in der Zeit, in welcher sich z. B. das eine Teilchen ausdehnt und die Flüssigkeit zurückflutet, jedes Oberflächenelement des zweiten Teilchens, in welchem der Druck des Zwischenmediums angreift, ein anderes ist, als in der Zeit, in welcher sich das erste Teilchen zusammenzieht. Die Wirkung in der einen Hälfte der Schwingung wird also auf eine größere bzw. kleinere Oberfläche ausgeübt, als in der zweiten Hälfte der Schwingung, und so wird dann leicht die Anziehung in dem einen Falle, die Abstoßung in dem anderen Falle anschaulich.

Wir haben keine anderen Möglichkeiten, die Wirkungen gravitierender und elektrischer Teilchen mechanisch zu erklären, als die, solche Teilchen, die scheinbare Wechselwirkungen umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung aufeinander ausüben, als pulsierende Teilchen zu betrachten. Für die Gravitation ist die Sache verhältnismäßig einfach, wir brauchen nur, wie ich dies schon vor längerer Zeit in meiner Theorie der „universellen Schwingungen" getan habe, alle gravitierenden Teilchen als pulsierende Teilchen von derselben Schwingungsdauer und Phase zu betrachten, um zu dem Newtonschen Gesetz zu gelangen, aber für die Erklärung der Wirkungen elektrischer Teilchen liegt die Sache wesentlich schwieriger: Wenn wir gleichnamig elektrische Teilchen als pulsierende Teilchen derselben Phase, ungleichnamig elektrische Teilchen als pulsierende Teilchen entgegengesetzter Phase voraussetzen wollten, würden wir zu dem falschen Resultate gelangen, daß gleichnamige Teilchen sich anziehen, ungleichnamige sich abstoßen, falls wir die Wechselwirkungen nach dem Grundgesetze der klassischen Mechanik berechnen würden. Zur Behebung dieser Schwierigkeiten müssen wir uns eine plausible Ursache dafür schaffen, aus welcher das Vorzeichen der Wechselwirkung ein anderes wird für elektrische Teilchen, als für gravitierende Teilchen. Eine energetische Betrachtung hat mich vor einigen Jahren auf einen Weg geführt, der sich in der Folge nicht nur als gangbar, sondern sogar als außerordentlich zweckmäßig herausgestellt hat. Solange wir das Problem der Pulsationen zweier Kugeln in einem inkompressiblen Medium als ein Eigenschwingungsproblem nach dem strengen Prinzip der klassischen Mechanik behandeln, ergibt sich, daß bei einer Annäherung der pulsierenden Teilchen infolge des nunmehr stärkeren Einflusses der Pulsation des einen Teilchen das zweite Teilchen seine Pulsationsamplitude nicht konstant beibehält, sondern dieselbe infolge der veränderten gegenseitigen Lage der beiden Teilchen vergrößert oder verkleinert, daß gewissermaßen in jede der pulsierenden Kugeln etwas von der Schwingungsenergie des Außenmediums eintritt bzw. herausgeht. Diese Veränderungen der Pulsationsgeschwindigkeiten durch die relative geometrische Lageänderung sind zwar von der Größenordnung:

$$\frac{\text{Radien der Teilchen}}{\text{Zentraldistanzen}}$$

klein, sie genügen aber, um das Vorzeichen der Wechselwirkungskräfte zu beeinflussen. Wenn wir dagegen von vornherein dem System die Bedingung auferlegen, daß jedes Teilchen seine Pulsationsamplitude streng beibehält, ohne Rücksicht auf die Veränderungen der relativen geometrischen Lage der Teilchen, dann ergibt sich bei Teilchen mit gleicher Phase Abstoßung, bei entgegengesetzter Phase Anziehung, wie wir dies für die Theorie der elektrischen Teilchen brauchen.

Hier liegt nun ein Wendepunkt für die Mechanik der raschen Schwingungen, in der Annahme, daß materielle Teilchen imstande sein sollen, ihre Schwingungsgeschwindigkeiten gegen äußere Einflüsse zu verteidigen, so daß sie unveränderlich bleiben, ähnlich wie eine Flüssigkeit ihre Dichte gegen äußere Einflüsse verteidigt. Die klassische Mechanik kennt diese Erscheinung nicht; um sie der Mechanik einzureihen, muß dem mechanischen Grundgesetze der klassischen Mechanik eine Korrektur hinzugefügt werden, welche aber eben nur für sehr rasche Schwingungen gilt, so daß die gewöhnliche Mechanik hierdurch in keiner merklichen Weise verändert wird. Die Korrektur besteht in einem Zusatzgliede in der analytischen Form des Grundgesetzes, in einem Zusatzgliede, welches ausdrückt, daß die Oberflächen der Elementarteilchen, wie wir sie in der Theorie der elektrischen Erscheinungen in Betracht ziehen, das Hindurchtreten von Schwingungsenergien nicht zulassen, — wenn die Schwingungen die außerordentlich kleinen Schwingungsdauer besitzen, wie wir sie zur Erklärung der elektrischen Erscheinungen anzunehmen haben, — daß also diese Oberflächen der Elementarteilchen Schwingungen von so kleiner Schwingungsdauer gewissermaßen total reflektieren. Die analytische Formulierung dieser Korrektur des mechanischen Grundgesetzes habe ich als das Prinzip der Individualität bezeichnet; die Korrektur sagt ja aus, daß das materielle Teilchen seine ihm inhärenten Schwingungen, seine Individualität, gegen äußere Einwirkungen verteidigt. Die philosophische Seite dieser Überlegungen möge hier ganz bei Seite bleiben, für uns ist hier zunächst das Resultat wichtig, daß für zwei pulsierende Teilchen, wenn die Konstanz der Pulsationsgeschwindigkeiten, mit anderem Ausdrucke die Konstanz der sogenannten elektrischen Masse, streng vorausgesetzt wird, das Coulombsche Gesetz mechanisch streng abgeleitet werden kann, daß wir also dank der Korrektur der Individualität eine mechanische Theorie der elektrischen Teilchen erhalten.

Die Elektrostatik erfährt so eine rein mechanische und strenge Grundlegung, es handelt sich nun darum, den dynamischen Erscheinungen näher zu treten, im besonderen taucht sogleich die Frage auf, welche mechanische Vorstellung haben wir uns von den elektrischen Strömen zu bilden, damit, ähnlich wie u_1, v_1, w_1 den elektrischen Komponenten X, Y, Z, die Größen u_2, v_2, w_2 den magnetischen Komponenten L, M, N wenigstens in einer ersten Annäherung proportional werden? Wir haben uns offenbar unter elektrischer Strömung die translatorische Fortbewegung elektrischer Teilchen zu denken; wie kommt es nun, daß durch diese translatorische Fortbewegung Wirbel hervorgerufen werden können, wie sie bei elektrischen Strömungen notwendigerweise der analytischen Form der

u_2, v_2, w_2

[1]) Genauer soll die Zerlegung in der Form

$$\mu u = \mu_0 (u_0 + u_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi + u_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi)$$

vorgenommen werden, wo μ_0 die mittlere Dichte ist.

Digitized by Google

entsprechen müssen? Wie kann die translatorische Bewegung von Elektronen schwingungsartige Rotationen um Achsen hervorrufen, welche den Richtungen der translatorischen Geschwindigkeiten parallel sind? Hierzu ist eine neue Voraussetzung erforderlich, die aber keine prinzipielle Hypothese ist, wie das mechanische Grundprinzip, sondern die Voraussetzung von Anfangsbedingungen, die Annahme eines gewissen Anfangszustandes, der sich zufällig einmal herausgebildet hat und weiterbesteht, nämlich ein Zustand, in welchem jede translatorische Bewegung im allgemeinen mit einer Rotationsbewegung um eine der Richtung der translatorischen Bewegung parallele Achse verbunden ist. Ich nenne diese Voraussetzung die „Voraussetzung des universellen Dralles", in einer gewissen Analogie zu ballistischen Dingen, und bemerke nochmals, daß es sich hier nicht um eine prinzipielle Hypothese handelt, sondern um die Voraussetzung eines in gewisser Weise zufällig geordneten Bewegungszustandes zu einer Anfangszeit; wenn der dem universellen Dralle entsprechende Bewegungszustand zu irgend einer Anfangszeit besteht, wird er sich, ähnlich wie der wirbellose Zustand in einer Flüssigkeit, mit der Zeit erhalten.

Damit sind nun aber alle wesentlichen Voraussetzungen beendet, und es ergibt sich rein mathematisch die Ableitung der Gleichungen des elektromagnetischen Feldes, d. h. der Beziehungen zwischen

$$u_1,\ v_1,\ w_1;\ u_2,\ v_2,\ w_2,$$

welche in erster Annäherung mit den Gleichungen für

$$X,\ Y,\ Z;\ L,\ M,\ N$$

in der Maxwell-Hertzschen Theorie übereinstimmen. Wir haben aber den Vorteil gewonnen, daß die mit X, Y, Z in erster Annäherung proportionalen Größen u_1, v_1, w_1 und die mit L, M, N in erster Annäherung proportionalen Größen u_2, v_2, w_2 bestimmte mechanische Bedeutung haben.

(Schluß folgt.)

Die Schützensteuerung im Straßenbahnbetriebe.

Von R. Wolff, Dresden.

Übersicht. **Es wird die Ausführung einer Schützensteuerung für Straßenbahn-Wagenzüge von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft beschrieben, und die Betriebserfahrungen sowie Vorteile werden mitgeteilt, die mit dieser Einrichtung bei der Städtischen Straßenbahn Dresden im einjährigen Versuchsbetriebe gemacht worden sind.**

In Großstädten ist der einzelne Straßenbahn-Triebwagen mit einem Motor schon längst verdrängt durch Wagenzüge, bestehend aus einem Triebwagen mit 1 bis 3 Anhängern. Der stetig zunehmende Verkehr und gerade zur Jetztzeit der Mangel an Führerpersonal zwingen, den Fassungsraum der Wagenzüge zu steigern. Dies hat zur notwendigen Folge, daß immer stärkere Motoren zur Verwendung gelangen. An Stelle des früheren einzelnen Motors von 11 kW Stundenleistung sind 2 und 4 Motoren mit je 44 kW Stundenleistung getreten, und die Schwierigkeiten zu deren Unterbringung steigern sich, da die Motorgröße an bestimmte Maße des Wagens gebunden ist. In dieser Richtung werden zwar die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft seit 1914 im Betriebe der städtischen Straßenbahn Dresden verwendeten ventilierten Motoren Besserung bringen[1]). Immerhin ist die Leistung auch dieser Motoren an eine bestimmte Baugröße gebunden, so daß für verkehrsstärkere Linien Hilfe in dieser Richtung notwendig ist. Frühere Versuche, diesem Mangel dadurch zu begegnen, daß man mehrere Triebwagen kuppelte und diese von einem Führerstand aus bediente, sind wieder aufgegeben worden, da die Fahrschalter und Widerstände zu schwere Abmessungen haben mußten und auch die Durchführung der Schalterleitungen durch die Wagenzüge sowie die Ausbildung der Kupplungen für diese Leitungen recht erhebliche Kosten und Schwierigkeiten bereiteten.

Es dürfte daher von allgemeinem Wert sein, die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft neuerdings eingeführte Schützensteuerung für Straßenbahnen, die der Städtischen Straßenbahn Dresden von genannter Gesellschaft zur Erprobung überlassen wurde, und die nunmehr seit über einem Jahr im Versuchsbetriebe ist, kennen zu lernen.

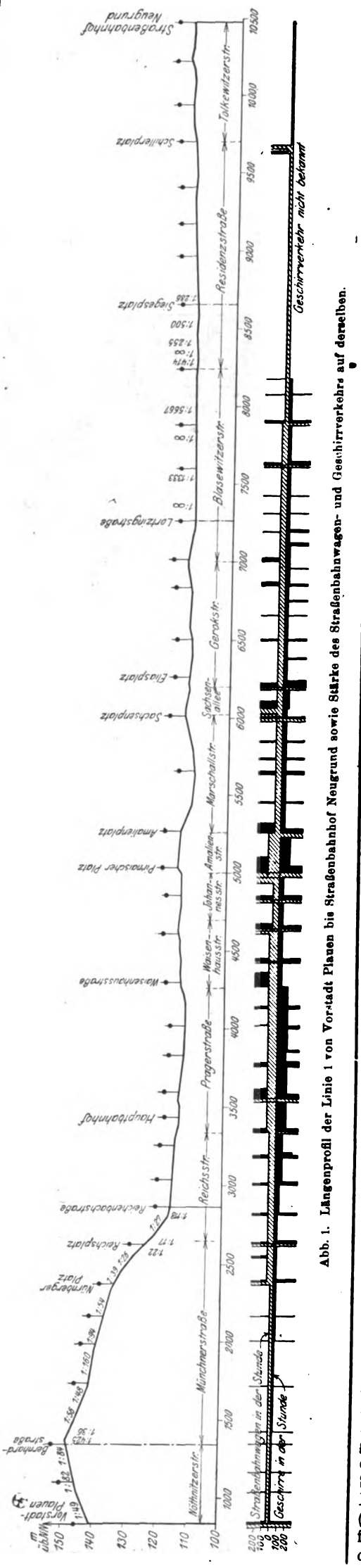


Abb. 1. Längenprofil der Linie 1 von Vor-stadt Plauen bis Straßenbahnhof Neugrund sowie Stärke des Straßenbahnwagen- und Geschirrverkehrs auf derselben.

a) Allgemeines.

Der Versuchszug besteht aus 2 zweiachsigen Triebwagen mit einem dazwischen laufenden ebenfalls zweiachsigen Beiwagen. Jeder Triebwagen hat 2 Motoren Bauart U 140 der A. E. G. von 28 kW Stundenleistung bei 500 V, von denen jeder Triebwagen für sich den Strom aus der Oberleitung entnimmt. Die Hauptabmessungen der Wagen sind:

1. Achsstand jedes Wagens . . . 3500 mm
2. Länge des Wagenzuges zwischen den Plattformen . . . . . 29,8 m
3. Leergewicht des Wagenzuges . 33,5 t
4. Gewicht des besetzten Zuges . 44,0 t
5. Fassungsraum des Wagenzuges einschließlich Fahrpersonal . . 142 Pers.

Die Triebwagen haben Gleitlager, die Anhängewagen Rollenlager. Die Bremsung erfolgt durch Druckluft. Die Strecke ist 10,7 km lang und durchläuft teilweise die verkehrsreichsten Teile der Stadt mit recht erheblichen Steigungen (Abb. 1). Auf der Strecke sind 4 elektrisch betätigte Weichenstellvorrichtungen eingebaut, deren Einfluß auf die Bedienung des Wagenzuges weiter unten noch erwähnt wird.

b) Fahreinrichtungen.

Wie aus der Schaltung (Abb. 2) hervorgeht, ist die Schaltung der Motoren die gebräuchliche Reihenparallelschaltung ohne Leistungsunterbrechung beim Übergang von Reihen- auf Parallelschaltung, wie dies bei allen Fahrschaltern der A. E. G. der Fall ist. Auch ist die sonst bei Zugsteuerungen nicht übliche Motortrennschaltung hier vorgesehen, da Einzelwagenfahrt, selbst bei Motorschaden, möglich sein muß. Sind jedoch in solchen Fällen mehrere Triebwagen gekuppelt, so empfiehlt es sich, hinter dem Wagenausschalter denjenigen Wagen abzuschalten, in welchem ein Motor schadhaft ist. Um bei den unter den Straßenbahnwagen knappen Raumverhältnissen an Schützen zu sparen, ist die Zahl der Widerstandsschütze möglichst eingeschränkt. Dafür werden die Widerstandsteile beim Anlassen nicht nur kurzgeschlossen bzw. ausgeschaltet, sondern auch in verschiedener Weise zueinander parallel geschaltet und so die gewünschte Beschleunigung und hinreichende Stufenzahl erreicht. Die Steuerung kommt daher mit 8 Schützen aus. Es ist auch noch darauf Bedacht genommen, die einzelnen Schaltteile, wie Schütze, Fahrtwender, Steuerstromwiderstände, Wagenausschalter usw. in einem oder mehreren Gehäusen zusammen einzubauen, damit die Leitungsverlegung beim Einbau in die Wagen einfach und die Besichtigung leicht werden. Die Gesamteinrichtung ist einfach, klein und leicht und läßt sich an jedem Straßenbahnwagen, selbst bei beschränktesten Platzverhältnissen ohne weiteres unterbringen (Abb. 3 bis 9). Als sehr angenehm wird empfunden, daß die Starkstromkabel nicht wie bei den jetzigen Starkstrom-Fahrschaltern von Füh-

[1]) Näheres siehe „Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen", Jahrgang 18, Heft 32.

Digitized by Google

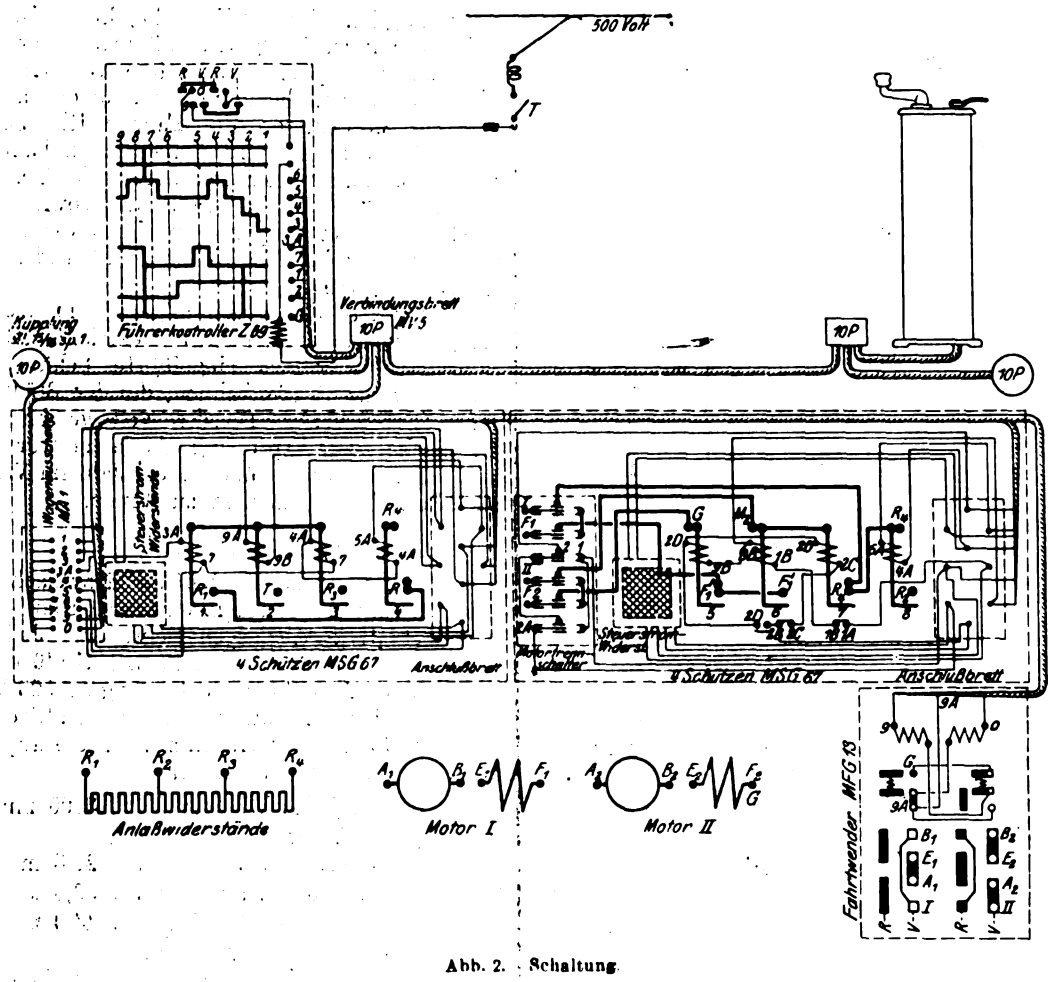
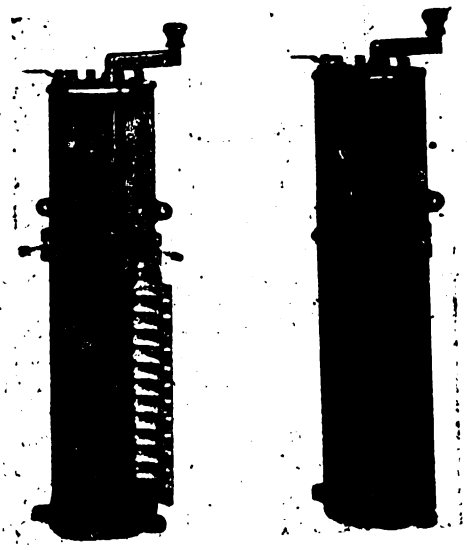


Abb. 2. Schaltung.

rerstand zu Führerstand zu gehen brauchen, sondern unter dem Wagenboden bleiben und kurz sind. Von Führerstand zu Führerstand geht lediglich ein 10-adriges Steuerstromkabel.



offen Abb. 3. Steuerschalter. geschlossen Abb. 4.

Da jeder Triebwagen seinen Strom gesondert der Oberleitung entnimmt, so werden Betriebsstörungen durch Schadhaftwerden der Motoren an einem Wagen nur selten in Erscheinung treten, denn der Wagenzug kann dann noch mit Hilfe des betriebsfähigen Triebwagens einrücken. Im Versuchswagenzug sind nur die vordere des ersten und die hintere Plattform des letzten Triebwagens mit Steuerstromschaltern ausgerüstet worden, da im vorliegenden Falle eine Trennung des Zuges aus den unter Absatz „Bremseinrichtung" näher bezeichneten Gründen nicht angängig ist.

Der Einbau der Einrichtung in die vorhandenen für Einzelbetrieb bestimmten Wagen erfolgte ohne Schwierigkeiten. Selbstverständlich lassen sich auch zwei oder mehrere Triebwagen in gleicher Weise ohne jede Schwierigkeit zu Zügen zusammenstellen, wodurch sich in kleineren Betrieben die Bereitstellung von Anhängewagen erübrigt.

c) Bremseinrichtung.

Der Einbau der von der Knorr-Bremsen-Aktiengesellschaft gelieferten Zweikammer-Druckluftbremsen in die vorhandenen Wagen stieß auf besondere Schwierigkeiten wegen Mangels an Raum. Daher mußten der Hauptluftbehälter und die Luftpumpe am Boden des Anhängewagens untergebracht werden, während der Triebwagen einen Hilfsbehälter erhielt. Dies ist auch der unter b) erwähnte Grund für Untrennbarkeit des Versuchswagenzuges und Anordnung von nur zwei Steuerstromschaltern. Bei Neueinrichtungen läßt sich dieser Mangel, der als solcher im Versuchsbetriebe nicht empfunden wurde, ohne weiteres vermeiden. Erforderlichenfalls würden dann auch die Beiwagen mit den kleinen Steuerstromschaltern ausgerüstet, um das Verschieben an den Endstationen zu vermeiden.

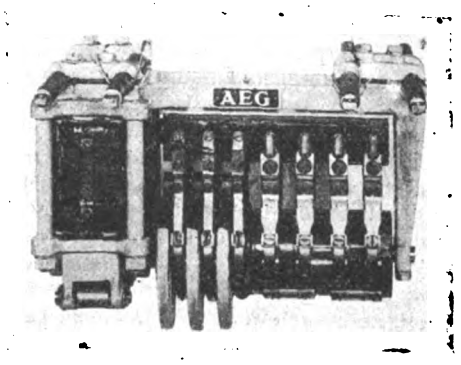


Abb. 7. Fahrtwender, von vorn gesehen.

d) Bedienung.

Da das Oberleitungsnetz der Städtischen Straßenbahn Dresden nach dem Dreileitersystem geschaltet ist[1]), so war darauf zu achten, daß die Apparate der durchgehenden Steuerleitung besonders gut von den Schützen der Motoren isoliert sind, um nicht bei den an den Trennstücken der — und + Leitungen bestehenden Spannung von über 1000 V durchzuschlagen, da die Trennstücke von den beiden Triebwagen überbrückt werden.

Ferner war zu beachten, daß beim Einfahren in die elektrisch betätigten Weichen

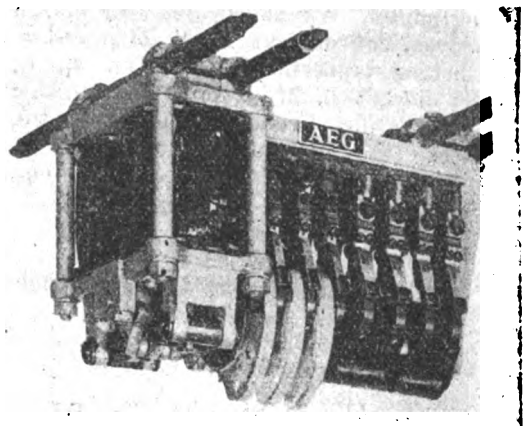
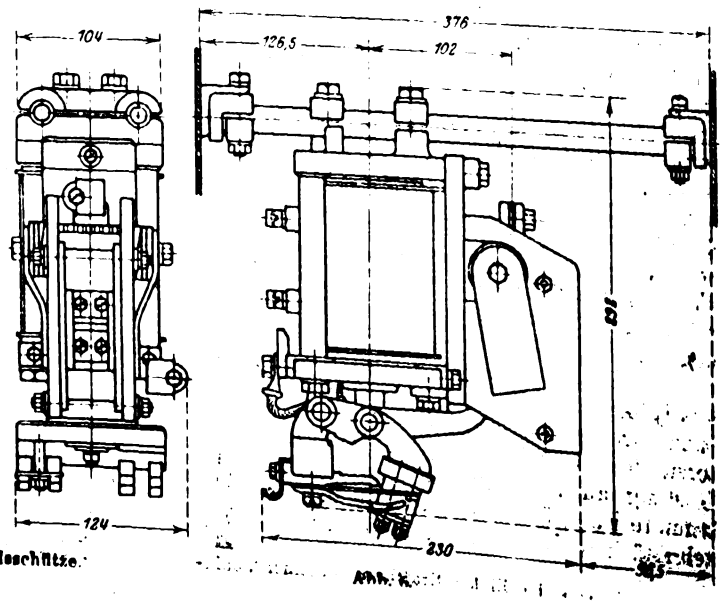


Abb. 8. Fahrtwender, über Eck gesehen.

der hintere Wagen stromlos gehalten wird, da sonst eine doppelte Weichenstellung erfolgt, und der hintere Triebwagen dann falsche Einfahrt bekommt. Um dies auf alle Fälle sicher zu verhüten, wurde in jedem Triebwagen

[1]) Vgl. ETZ 1918, S. 161 und 340.

Abb. 5.



Motor- und Widerstandsschütze.

Digitized by Google

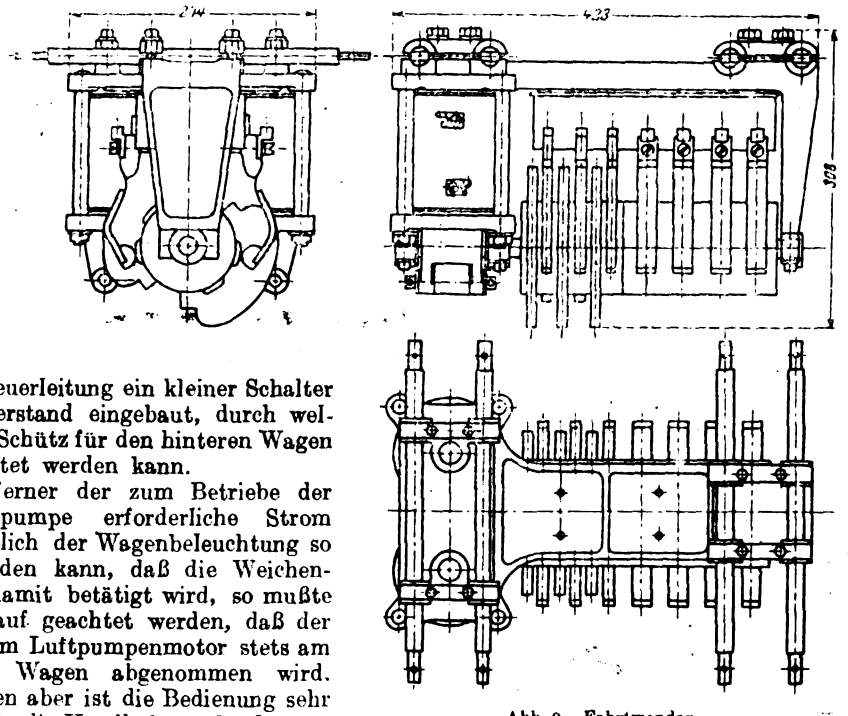


Abb. 9. Fahrtwender.

in die Steuerleitung ein kleiner Schalter am Führerstand eingebaut, durch welchen das Schütz für den hinteren Wagen abgeschaltet werden kann.

Da ferner der zum Betriebe der Motorluftpumpe erforderliche Strom einschließlich der Wagenbeleuchtung so hoch werden kann, daß die Weichenstellung damit betätigt wird, so mußte auch darauf geachtet werden, daß der Strom zum Luftpumpenmotor stets am vorderen Wagen abgenommen wird. Im übrigen aber ist die Bedienung sehr einfach, da die Handhabung des Steuerstromschalters gleich der der Fahrschalter ist, und es sind nur folgende Vorschriften erlassen worden:

1. Vor dem Anfahren ist zu beachten, daß
   a) die Bügel beider Triebwagen richtig anliegen,
   b) die Selbstschalter beider Triebwagen eingeschaltet sind,
   c) der Schalter für den Luftpumpenmotor eingeschaltet ist.
2. Beim Durchfahren elektrischer Weichenstellvorrichtungen und Trennstücke der Oberleitung ist bis auf weiteres nach Stellung des Fahrhebels auf 0 der vor dem Fahrschalter angeordnete und besonders gekennzeichnete Schalter auszuschalten und erst wieder einzuschalten, nachdem der Stromabnehmer des hinteren Triebwagens die Weichenstellvorrichtung oder das Trennstück durchlaufen hat.

Der kleine Schalter darf niemals betätigt werden, wenn die Fahrkurbel auf Fahrt steht.

Die Vorschriften über die Bedienung der Druckluftbremse sind bekannt, und es erübrigt sich daher deren Wiedergabe.

e) Betriebserfahrungen.

Der Versuchswagenzug ist bisher 25000 km gelaufen, und es haben sich in dieser Zeit an der elektrischen Ausrüstung keine Fehler herausgestellt. Alle Teile des Steuerschalters, des Stromwenders und der Schütze sind noch in völlig einwandfreiem Zustande, obwohl infolge des jetzigen Personalmangels ihrer Wartung nicht viel Zeit zugewendet werden konnte. Da der Wagenzug auf einer Strecke verkehrt, deren Endhaltestellen in Schwanzstücken verlaufen, so trat hierbei der Fortfall des Verschiebens ganz besonders vorteilhaft in Erscheinung. Es brauchen nur die Türverschlüsse und Stirnschilder umgesetzt und umgestellt zu werden, und der Wagenzug ist wieder zur Rückfahrt fertig. Besonders angenehm wurde auch das sanfte Anfahren des Wagenzuges empfunden, da die hohe Beanspruchung der Zugvorrichtung fortfällt. Ob sich derartige lange Wagenzüge, die natürlich ohne jede Schwierigkeit auch 4 und mehr Wagen umfassen können, überall und zu jeder Betriebszeit verwenden lassen, ist eine andere Frage. Jedenfalls hat dieser Dreiwagenzug im Dresdner Straßenbahnbetriebe in keiner Weise zu Unzuträglichkeiten geführt, und es werden derartige Züge auch in anderen Städten im Vorort- und Ausflugsverkehr vorteilhafte Verwendung finden, u. zw., was das Wichtigste ist, unter Verwendung schwacher Motoren.

Gerade dieses Moment gibt aber in der jetzigen Zeit und auch wohl noch für einige Jahre den Ausschlag für die Einführung dieses Systems, vorausgesetzt, daß sich dessen Herstellungskosten in angemessenen Grenzen halten lassen.

f) Wirtschaftlichkeit.

Bei der Kürze der Betriebszeit und dem beschränkten Umfange des Versuches ist ein abschließendes Urteil über die Wirtschaftlichkeit dieser Betriebsweise nicht möglich.

Aus den gesammelten Erfahrungen läßt sich aber schon jetzt erkennen, daß der Unterhaltungsaufwand für diese Betriebsweise keinesfalls höher ist als bei der bisherigen Anordnung, denn infolge der günstigen Arbeitsverteilung tritt eine Schonung der Motoren ein, die einen geringeren Unterhaltungsaufwand im Gefolge hat. Bei der geringen Stärke des Steuerstromes haben sich auch irgendwelche Abnutzungen am Steuerschalter nicht gezeigt; ebenso befinden sich der Fahrtwender sowie die Schütze noch im gleich guten Zustande wie bei Beginn des Betriebes und haben keinen Unterhaltungsaufwand erfordert.

Es hat sich aber gezeigt, daß die Leistung der in den Wagen befindlichen Motoren unnötig groß ist, und es sind daher Vergleichsmessungen im Stromverbrauch gegenüber dem gewöhnlichen Dreiwagenzug mit 1 Triebwagen erst möglich, wenn der Versuchszug mit schwächeren Motoren ausgerüstet ist.

Aus allen diesen Gründen ist daher ein zahlenmäßiger Nachweis über die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Betriebsweise z. Zt. nicht möglich, da überdies auch die Kosten für diese Schützensteuerungen noch nicht festgelegt sind.

Die Möglichkeit, größere Wagenzüge ohne Schwierigkeit zusammenzustellen und die hiermit verbundene Ersparnis an Führerpersonal bietet in großstädtischen Betrieben derartige Vorteile, daß sich die Schützensteuerung in Zukunft sicher in größerem Umfange Eingang in den Straßenbahnbetrieb verschaffen wird.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Audiondetektor und Einthoven-Galvanometer für die Intensitätsmessung radiotelegraphischer Zeichen.

[Physical Review, Bd. 9, S. 434.]

L. E. Whittemore empfiehlt statt des Telephons mit Nebenschluß für die Zeichenmessung ein Einthovensches Galvanometer mit einem Audiondetektor, wobei aber für die vorläufige Einstellung des Detektorsystems ein Drehspulengalvanometer verwendet wird. Mittels einer Hilfsantenne, die von einem Summer erregt wird, können im Empfänger Zeichen gleicher Intensität erzeugt werden, was für die Aufzeichnung der Empfangszeichen von Bedeutung ist. *Zdr.*

Neue Funkenstation in Frankreich.

[Wirtschaftlicher Nachrichtendienst, Jahrg. 4 Nr. 498.]

Die amerikanische Marineverwaltung errichtet in Frankreich mit einem Kostenaufwand von 2½ Mill. $ eine Funkenstation, die Frankreich nach dem Kriege in eigene Regie nehmen will. Die Station wird mit der in Annapolis (Ver. Staaten) im Bau befindlichen von August ab in Verbindung stehen. Die Sendefähigkeit bereits aufgestellter Apparate geht bis zu 30000 Wörtern („Temps", 2. VI. 1918.)

Verstaatlichung der Funkentelegraphie in den Vereinigten Staaten.

[L'Industrie Electrique, Bd. 27, S. 102.]

In den Vereinigten Staaten von Amerika sind alle Funkspruchstellen für den Handelsverkehr in den Besitz der Kriegsflotten-Verwaltung übernommen worden. Alle privaten Fernsprechstellen, deren es allein im Staate New York 10000, in der Stadt New-York selbst 4000 gegeben haben soll, sind aufgehoben worden. *Kz.*

Bolivien.

[Journal Télégraphique. Bd. 17, S. 47.]

Der letzte Kongreß in Bolivien hat den Bau von radiotelegraphischen Anlagen beschlossen in Concepción, Hauptstadt der Provinz Nuflo de Chávez, in San Ignacio, Hauptstadt der Provinz Velacso, und in Villa Bella, Hauptstadt des zweiten Teiles der Provinz Vaca Diez. Diese Anlagen werden zusammen mit der in Trinidad, Hauptstadt von Beni, die zweite Gruppe der radiotelegraphischen Stationen der bolivianischen Republik bilden.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Allgemeine Formeln für den Dynamobau, Formeln für die Größe von Mehrphasenankern.

[Elektrotechn. u. Maschinenb., Bd. 35, S. 327 und 369.]

L. Klein hat in einer früheren Arbeit[1]) eine Formel für die Leistung von Gleichstrommaschinen angegeben, die nebst den von der geometrischen Formgebung abhängigen Größen die Werte der Eisensättigung am Fußkreis der Zähne und die Stromdichte in den Ankerdrähten enthält. Für die Leistung L einer Gleichstrommaschine mit n minutlichen Umdrehungen setzt er:

$$\frac{L}{n/60} = (\Sigma \text{ Kr.-Lin.})(\Sigma A) \cdot 10^{-8}.$$

Dabei ist $(\Sigma \text{ Kr.-Lin.}) = 2\,p\,\Phi_p$ = Summe aller Kraftschlüsse rings um die ganze Maschine in cgs-Einheiten, (ΣA) die Summe aller den Ankerquerschnitt durchfließenden Strömegürtel in A.

Diese Grundformel wird nun für andere Maschinentypen umgeformt, z. B. für reine Sinus-Drehfeldmaschinen. Sie nimmt dann die allgemeine Form an:

$$\frac{L}{n/60} = \frac{n^2}{8} \cdot (\Sigma \text{ Kr.-Lin.}) \cdot (\Sigma A) \cdot 10^{-8} \cdot \cos\varphi.$$

Aus dieser allgemeinen Formel wird durch Einsetzen der Werte für das Feld die spezielle Formel abgeleitet:

$$\frac{L}{n/60} = \frac{n^2}{16\,p} \cdot \frac{d\,.\,l}{s''} \cdot \eta_s \cdot \frac{4\,\pi}{10} \times (\Sigma A) \cdot (\Sigma \text{ Err.}) \cdot 10^{-8} \cdot \cos\varphi.$$

[1]) „Elektrotechn. u. Maschinenb.", 1914, S. 709.

Digitized by Google

Hierbei sind d und l Durchmesser und Länge des Ankers, s'' der korrigierte Luftspalt, d. h. der allen magnetischen Widerständen der Maschine äquivalente Luftweg des Kraftflusses, (Σ Err.) die Summe aller erregenden Strömegürtel (Primärströme), η_s die primäre Streuung, p die Polpaarzahl.

In der späteren Arbeit werden die gewonnenen Ausdrücke so spezialisiert, daß daraus Dimensionsformeln für den Mehrphasenanker hervorgehen, die vom Praktiker rasch zu handlichen Faustformeln ausgebildet werden können. Unter Zugrundelegung der Stromdichte Δ im Ankerkupfer in A/cm^2 ergibt sich für den Ankerdurchmesser d für einen Mehrphasenanker:

$$d = \sqrt[5]{\frac{L_{Watt}}{n/60} \cdot \frac{4}{x_2^2 \pi^2} \cdot \frac{p}{\lambda \cdot \eta_{s_2} \cdot \eta^2} \cdot \frac{1-\eta_0}{(1-\eta_f)^2 (1-\eta_d)^2} \cdot \frac{1}{\Delta^2} \cdot \frac{10}{4\pi}}.$$

Wenn die maximale Zahnsättigung B_2 im Fußkreis der Rotornuten vorgeschrieben ist, schreibt sich die Formel:

$$d = \sqrt[5]{\frac{L_{Watt}}{n/60} \cdot \frac{1}{4 x_2^2 \pi^2} \cdot \frac{G}{p \lambda} \cdot \frac{1}{\eta_{s_2} \cdot \eta_L^2 \cdot \eta_d^2 \cdot \eta_f^2} \cdot \frac{1}{B_2^2} \cdot \frac{4\pi}{10} \cdot 10^8}.$$

Unter x_2 ist eine vom Mittelwert der sogenannten Drehfeldfunktion abhängige Konstante zu verstehen, die für Drehstrom den Wert 1,350, für Zweiphasenstrom 1,274 annimmt; $G = d/s''$ das Verhältnis von Ankerdurchmesser, in Mitte Luftspalt gemessen, zum korrigierten Luftspalt (liegt zwischen 100 und 500); λ ist das Verhältnis der ganzen Blechpaketlänge zum Ankerdurchmesser. η_f ist das Verhältnis der kleinsten Zahnbreite zur Zahnteilung, η_d das Verhältnis des Durchmessers des Kreises für die kleinste Zahnbreite zum Ankerdurchmesser, η_L der Eisenfaktor, d. i. das Verhältnis der Summe der Eisenblechstärken zur ganzen Länge des Blechpakets samt Lüftungsschlitzen, η_k der Füllfkator, η_{s_2} die sekundäre Streuung und $\eta_0 = 1 - s''/d$. Beim Entwurf der Maschine werden die Werte für η angenommen und bei der Nachrechnung genau überprüft. *Ght.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hilfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken.

[Elektrotechn. u. Maschinenb., Bd. 36, S. 261, und Journal für Gasbel., Bd. 61, S. 229.]

J. Teichmüller schließt aus der Gegenüberstellung der „Punktbeleuchtungsformel" $(J/r^2) \cdot \cos i = E$ und der „Flächenbeleuchtungsformel" $\Phi/F = E$, daß die letztere sehr viel anschaulicher und einfacher sei als die erstere, und daß jene einfache Formel nur deshalb so wenig benutzt werde, weil sich die zu einander gehörigen Werte von Φ und F so schwer bestimmen lassen; und das liege daran, daß

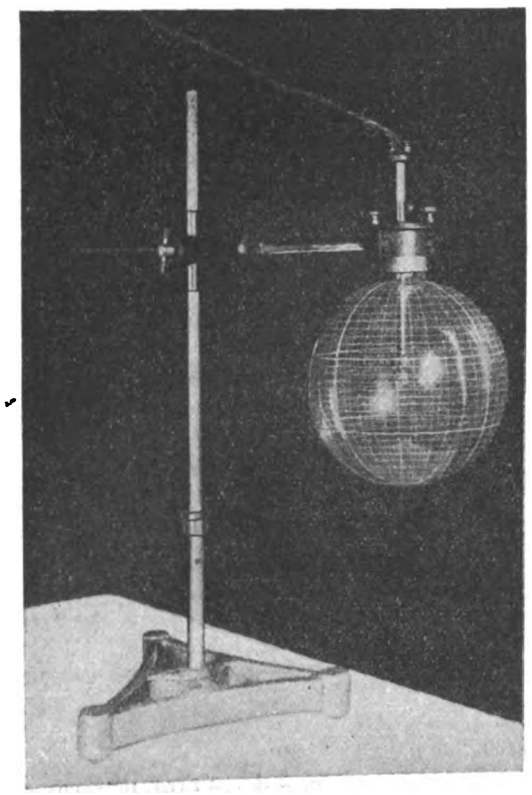


Abb. 1. Raumwinkelkugel.

der Raumwinkel, der, von einer Lichtquelle ausgehend, von der zu beleuchtenden Fläche überspannt wird, bisher nicht oder wenigstens nicht auf einfache Weise habe gemessen werden können. Die Raumwinkelkugel soll dazu dienen. Sie besteht in einer durch Meridiane und Breitenkreise nach bestimmten Grundsätzen in gleiche Teile geteilten Glaskugel mit einer in ihrem Mittelpunkte angebrachten kleinen Glühlampe, die eine möglichst punktförmige Lichtquelle darstellen muß (Abb. 1). Die Kugelteilung läßt die theoretische Raumwinkeleinheit (von der Größe r^2, wenn r der Kugelradius ist) und deren hundertsten Teil, den der Verfasser 1 Dekaraumgrad (1 Raumgrad ist also der 1000. Teil) nennt, erkennen.

Im verdunkelten Raume wirft die brennende Glühlampe ein deutliches Schattenbild der Raumwinkelteilung auf die Umgebung, also z. B. auch auf den Plan eines Platzes, über dem die punktförmige Lichtquelle in dem Maßstabe des Planes an derjenigen Stelle angebracht ist, an der auf dem wirklichen Platze die oder eine der wirklich zur Beleuchtung verwendeten oder zu verwendenden Lampen aufgehängt ist. Jedes Schattenviereck stellt 10 Raumgrad dar. Die Schattenvierecke, die ganz auf den Plan auffallen, sind abzuzählen und zu ihrer Summe die Teile (nach ihrer in Raumgrad abgeschätzten Größe) hinzuzuaddieren, die von anderen Schattenvierecken am Rande des Platzes noch auf diesen auftreffen. In der Gesamtsumme hat man den Raumwinkel, der von dem ganzen Platze überspannt wird.

Jetzt ist der photometrische Körper der zur Beleuchtung des Platzes zu verwendenden Lampe heranzuziehen. Nehmen wir zunächst an, er sei eine Kugel, die Lichtstärke also in allen Richtungen dieselbe, so ergibt das Produkt aus dieser Lichtstärke in den soeben gemessenen Raumwinkel (in theoretischen Einheiten; also ist die gewonnene Zahl durch 1000 zu dividieren) den auf den Platz von der Größe F in m^2 auftreffenden Lichtstrom Φ, und der Quotient Φ/F ergibt die mittlere Beleuchtungsstärke des ganzen Platzes. Zur Bestimmung der Beleuchtung an einzelnen Stellen des Platzes, nämlich der mittleren innerhalb je eines Schattenvierecks, bedarf es nur der Ausmessung dieses Vierecks und der Bildung des gleichartigen Quotienten. Nicht viel anders wird das Verfahren, wenn der photometrische Körper keine Kugel, aber doch etwa — wie es fast immer der Fall ist — ein Rotationskörper um eine senkrechte Achse ist, so daß die Lichtausstrahlung durch eine Kurve dargestellt wird. Dann ist die Lichtstärke innerhalb einer zwischen je zwei Breitenkreisen liegenden Zone, die 400 Raumgrad ausmacht, als konstant anzunehmen und aus dem Produkte dieser Lichtstärke in die Zahl der auf den Platz auftreffenden Raumgrad der Zone (dividiert durch 1000) der Lichtstrom jeder Zone, soweit er auf den Platz gestrahlt wird, zu bilden. Das Weitere ergibt sich nach den soeben für den Fall eines kugeligen photometrischen Körpers gegebenen Erklärungen von selbst.

Die Kugel wird nach dem Patente des Verfassers von der Firma A. Krüß in Hamburg hergestellt. Wenn bei Beleuchtungsentwürfen oft Lampen vom gleichen photometrischen Körper benutzt werden, so empfiehlt es sich, die Kugel in einer anderen Gestalt auszuführen, nämlich so, daß sie auf ihrer ganzen Oberfläche lichtundurchlässig ist und nur Punkte von solcher Zahl und Dichte klar gelassen sind, daß ihre Zahl dem Lichtstrom und ihre Dichte der Lichtstärke (der „Raumwinkeldichte des Lichtstromes") proportional ist. Die Dichte der auf den gezeichneten Plan geworfenen Lichtpunkte („Dichte der auftreffenden Lichtstrahlen"[1]) ist dann ohne weiteres ein Maß für die Beleuchtungsstärke.

Schließlich gibt der Verfasser noch ein „Raumwinkel- und Lichtstrompapier" an. Dasselbe besteht in einem Pauspapierblatt, auf das das Netz der Schattenstriche gezeichnet ist wie es von der zuerst beschriebenen Kugel auf eine horizontale oder vertikale Fläche geworfen wird; statt dieses Netzes können auch die Lichtpunkte aufgezeichnet sein, wie sie von der an zweiter Stelle beschriebenen Kugel auf eine Ebene geworfen werden. Das Papier ist in derselben Weise zu gebrauchen wie die Kugel, paßt aber bei einem in einem bestimmten Maßstabe gezeichneten Platze oder Straße natürlich nur für eine bestimmte Lichtpunkthöhe. Außerdem paßt es aber auch noch dann, wenn sich Planmaßstab und Lichtpunkthöhe in demselben Verhältnis ändern. Ist also die letztere während des Entwurfes einer Beleuchtungsanlage zu ändern, so muß der Plan für jede Aufhängehöhe in einem anderen Maßstabe gezeichnet werden. Das wird sich bei der sehr einfachen Gestaltung der meisten Plätze und besonders Straßen im allgemeinen auch ohne Umstände schnell ausführen lassen. Wo das nicht möglich ist, muß die Kugel angewendet werden. Das Papier wird von der Firma Carl Schleicher & Schüll in Düren hergestellt.

Kugel und Papier sind in der beschriebenen Weise in allen Beleuchtungsentwürfen anwendbar, in denen die Reflexion von Wänden und Decken keine erhebliche Rolle spielt, außerdem natürlich allgemein zur Messung von Raumwinkeln und Lichtströmen, die auf gegebene Körper oder Flächen von einem Punkte aus unmittelbar auftreffen. *lr.*

[1] Siehe Teichmüller, „Beleuchtung und Lichtstromdichte", „Journ. f. Gasbel." 1914, S. 198.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Geplante Neuregelung der Elektrizitätsversorgung in England.

Der jetzt vorliegende Bericht eines von dem Board of Trade eingesetzten Ausschusses, der sich mit den hinsichtlich der künftigen Elektrizitätsversorgung zu treffenden Maßnahmen befaßte, um allen Klassen von Verbrauchern, besonders aber den Industrien, deren Entwicklung von billigen Kraftquellen abhängt, eine ausreichende und billige Versorgung mit Elektrizität zu sichern, führt, wie „The Economist", London, vom 1. VI. 1918 mitteilt, folgendes aus:

Großbritannien ist nicht durch das Vorhandensein gewaltiger Wasserkräfte begünstigt, aber in Anbetracht des Umfanges und der verhältnismäßigen Konzentration der Industrien, durch welche Verluste bei der Übertragung der Elektrizität erheblich verringert werden, ist begründete Ursache zur Annahme vorhanden, daß bei gutgelegenen, auf Kohlenfeuerung berechneten, neuzeitlichen Erzeugungsstellen und durch Sammlung und Zentralisation der elektrischen Stromerzeugung sich die Triebkraft wenigstens ebenso billig herstellen lassen wird, wie bei den meisten, ausländischen Fabrikkonkurrenten. Die Aussagen der vernommenen Sachverständigen stimmten darin überein, daß die Schaffung einer Zentralbehörde für Stromerzeugung und Verteilung der Elektrizität in Großbritannien und Irland dringend notwendig ist, und daß im Interesse des Landes sofort Schritte zur Errichtung einer solchen unternommen werden sollten. Der Ausschuß stimmte dieser Ansicht vollständig bei und schlägt vor, dieser neuen Behörde den Namen „Elektrizitätskommissariat" (Electricity Commissioners) zu geben. Die mit der Erzeugung und Lieferung von Elektrizität verbundenen Vollmachten, die bisher von dem Board of Trade, dem Local Government Board, dem Local Government Board für Irland und dem Scottish Office ausgeübt worden sind, sollen diesen Kommissaren übertragen werden. Sie sollen vom Präsidenten des Board of Trade ernannt werden, mit ihm in direkter Beziehung stehen, durch ihn dem Parlament verantwortlich sein und mit sehr großen Vollmachten ausgestattet werden. Ihre Pflichten würden sich nicht auf Formulierung und Anwendung der Vorschriften und auf Entscheidung der ihnen vorgelegten Fragen beschränken, sondern sich auch auf Förderung der Lieferung und Verteilung der Elektrizität erstrecken.

Weiter empfiehlt der Ausschuß die Einrichtung von Elektrizitäts-Bezirksämtern (District Electricity Boards):

a) zum Erwerb sämtlicher Erzeugungs- und der Hauptleitungsstellen innerhalb ihres Bezirks mit Ausnahme der Erzeugungsstellen für private Versorgung;

b) zur Herstellung von Anschlüssen zwecks Entwicklung der elektrischen Stromlieferung;

c) zur Errichtung neuer Werke, je nach Bedarf da, wo sie benötigt werden;

d) zum Erwerb und zur Ausnutzung, wo angängig, des Überschusses an Elektrizität, Gichtgas, Wärme und sonstiger Quellen der Triebkraft.

Was die Tätigkeit in jedem der neuen Bezirke anbelangt, so empfiehlt der Ausschuß folgende drei Methoden:

1. Ausführung durch das Elektrizitäts-Bezirksamt;
2. Ausführung durch eine neu zu gründende Gesellschaft auf Grund eines Pachtvertrages mit dem Elektrizitäts-Bezirksamt. Eine derartige Gesellschaft sollte sich vorzugsweise

Digitized by Google

aus Verbrauchern innerhalb des betreffenden Bezirks zusammensetzen.

3. Ausführung durch eine bereits bestehende Elektrizitätsgesellschaft auf Grund eines Pachtvertrages mit dem Elektrizitäts-Bezirksamt.

Welche Art der Ausführung zu wählen ist, soll von dem Elektrizitäts-Bezirksamt entschieden und der Zustimmung der Kommissare unterworfen werden.

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Verbindungshülse für Eisendrähte.[1])

Nach den Bauvorschriften der Reichs-Telegraphenverwaltung erfolgt das Verbinden der einzelnen Drahtringe zu Leitungen bei Eisendrähten durch Umwickeln der nebeneinander gelegten Drahtenden mit dünnem Eisendraht und Verlöten der Verbindungsstelle. Bei Bronze- und Hartkupferdrähten, deren Zugfestigkeit durch die Löthitze leiden würde, werden dagegen die Drahtenden in entgegengesetzter Richtung nebeneinander in eine der Drahtstärke genau eingepaßte flache Kupferhülse eingeschoben und zusammen mit dieser unter sich verwürgt. Letztere Art der Verbindung bietet vor der zuerst beschriebenen wegen der Vereinfachung und Beschleunigung der Arbeit, sowie weil Lötgerät, Brennmaterial usw. nicht mitgeführt zu werden brauchen, namentlich unter den besonderen Verhältnissen für den Leitungsbau im Felde so beträchtliche Vorteile, daß die Hülsenverbindungen daselbst mehr und mehr auch für Eisenleitungen angewendet wurden. Da die erforderlichen Eigenschaften: Festigkeit und hohe Geschmeidigkeit, die ein inniges Anpressen der Hülsenwandung an die Leitungsdrähte herbeiführt, den Hülsen zunächst nur dann gegeben werden konnten, wenn sie auch für Eisenleitungen aus Kupfer hergestellt wurden, und in solchem Falle außerdem zur Fernhaltung für die Verzinkung der Eisendrähte und diese selbst schädlicher elektrolytischer Vorgänge die Kupferhülsen sorgfältig verzinnt werden mußten, entstand, als diese Art der Verbindung von Eisenleitungen immer mehr in Aufnahme kam, ein sehr beträchtlicher Verbrauch an den wertvollsten Sparmetallen. Hieraus ergab sich dann das Bestreben, die Verbindungshülsen für Eisenleitungen statt aus Kupfer aus einem anderen, reichlicher vorhandenen Metall fertigen zu lassen. Dies stieß aber auf Schwierigkeiten, weil die in Betracht zu ziehenden Metalle für die bei Anfertigung und Verwendung der Hülsen vorkommenden Anforderungen sich teils als zu spröde (Zink, Kadmium), teils als zu wenig fest (Aluminium), teils als zu starr erwiesen, um sich über einen Dorn bis auf die erforderliche geringe Wandstärke herunterziehen zu lassen (Eisen), oder auch in der Verarbeitung zu teuer wurden. Einen befriedigenden Ausweg bot schließlich eine völlige Änderung des Herstellungsverfahrens für die Hülsen. Die für Eisendrähte bestimmten werden nicht wie solche für Kupferleitungen aus einem Rohr nahtlos gezogen, sondern aus 0,6 mm starkem Eisenblech in der erforderlichen Länge und Weite mit fest zusammenstoßenden Rändern zusammengebogen und diese der Länge nach mit autogener Nahtschweißung vereinigt. Da sich gerade Eisen für Verschweißung besonders eignet, war im voraus angenommen worden, daß die so hergestellten Hülsen auch das Verwürgen aushalten würden. Bereits die ersten Versuche bestätigten dies, auch die Festigkeit der mit solchen Hülsen hergestellten Drahtverbindungen befriedigte vollkommen, sind doch bei Zerreißversuchen die Leitungsdrähte nur außerhalb der Hülsen gebrochen, ohne daß diese nachgegeben haben. Seither hat sich infolge weiterer Einübung der Arbeitskräfte die Herstellung der Eisenhülsen noch weiter vervollkommnet. Nach einigen Versuchen wurde auch ein vorwiegend Blei enthaltender, sehr widerstandsfähiger Rostschutz gefunden, der geschmolzen so dünnflüssig ist, daß er, wenn die Hülsen durch Eintauchen damit überzogen werden, deren Inneres nicht verstopft. Die Hülsen werden zunächst in vier Weiten, für 5, 4, 3 und 2 mm Draht in den Längen von 250, 200, 150 und 100 mm hergestellt. Ihre lichte Öffnung ist so bemessen, daß zwei Eisendrähte, die 0,05 mm stärkeren Durchmesser besitzen als die durch die Hülsen zu verbindenden, sich noch ohne weitere Vorbereitung als leichtes Anspitzen ohne Gewalt einführen lassen, daß dagegen Drähte, die um 0,15 mm stärker sind, nicht mehr hineingehen. Bei der Verwendung dürfen die Hülsen bei 2½-maliger Verdrehung der Mitte gegenüber den Enden weder platzen noch einreißen, auch darf der Schutzüberzug dabei weder auf- noch abspringen. Voraussetzung ist, daß die Kanten der zum Verdrehen der Hülsen dienenden Kluppen etwas abgerundet und die Enden der zu verbindenden Leitungsdrähte in der vollen Länge der Hülsen in diese eingeschoben werden. Die Beschaffung der Hülsen für Eisendrähte erfolgt bisher nur durch die Oberpostdirektion in Berlin; anscheinend haben sich die Hülsen jedoch überall als brauchbar und zuverlässig erwiesen, denn in den ersten 4 Monaten nach ihrer Erfindung sind bereits über 1,1 Mill. davon bestellt worden, u. zw. nicht nur aus dem Reichspostgebiet, sondern namentlich auch von der Heeresverwaltung. Zur Anfertigung dieser Menge sind etwa 20 000 kg Eisenblech erforderlich. Auch wenn berücksichtigt wird, daß beim Zuschneiden der Blechstücke für die Hülsen etwas Abfall verbleibt, der nicht wie bei Kupfer ohne weiteres wieder nutzbar gemacht werden kann, und daß, wenn es keine Eisenhülsen gäbe, ein Teil der Verbindungen zwischen Eisendrähten nicht mit Kupferhülsen, sondern nach wie vor als Wickellötstellen ausgeführt worden wären, ergibt sich doch aus der angeführten Eisenblechmenge schon wegen des höheren spezifischen Gewichts des Kupfers und der im Durchschnitt größeren Wandstärke der Kupferhülsen, daß durch das Gelingen der Herstellung brauchbarer Eisenhülsen eine zur Schonung unserer Kupferbestände höchst erwünschte, beträchtliche Verminderung des Kupferverbrauches erreicht worden ist. Darüber hinaus ist auch anzunehmen, daß die Eisenhülsen nach Beendigung der kriegerischen Ereignisse, die zu ihrer Herstellung Anlaß gegeben haben, sich weiter als lebensfähig erweisen und in ihrer Verwendung auch nicht wie bisher auf den Telegraphenbau beschränkt bleiben werden. Zu öffentlichem Nutzen ist für die Erfindung Patent- oder Musterschutz nicht nachgesucht worden.

Sy.

[1]) Vgl. hierzu auch „ETZ" 1917, S. 401, 414; 1918, S. 186.

Bahnen und Fahrzeuge.

Das elektrische Fernlenk-Torpedoboot.

[Electrical World, Bd. 70, S. 1135.]

Wie diese Quelle angibt, wenden wir Deutschen an der belgischen Küste Fernlenk-Torpedoboote an, mit denen Angriffe auf englische Bewachungsfahrzeuge ausgeführt wurden. Inzwischen wurde in Erfahrung gebracht, daß dieses elektrische Fernlenkboot einfach ein sehr schnelles Doppelschraubenmotorboot, ausgestattet mit einer sehr schweren Sprengladung, ist. Das Boot ist unbemannt und wird von der Küste aus mittels einer einadrigen isolierten Leitung, die von einer im Boot angebrachten Trommel abläuft, auf eine Entfernung von 50 km oder mehr gelenkt. Abgesehen davon, daß das Boot zum Antrieb Benzinmotoren verwendet, ist die Anordnung die gleiche, wie diejenige des alten Sims-Edison-Torpedos und anderer Vorschläge, die vor mehr als 30 Jahren gemacht worden sind. Die praktische Schwierigkeit aller derartigen lenkbaren Torpedos oder Torpedoboote, gleichgültig ob sie mit Hilfe einer Leitung oder auf drahtlosem Wege gelenkt werden, liegt in der Unmöglichkeit, den Lauf des Bootes vom Ufer aus so gut zu beobachten, daß man auf größere Entfernungen richtig steuern könnte. Werden nämlich die Masten auf dem Boote so groß gemacht, daß sie weithin sichtbar bleiben, so verraten sie natürlich das Boot dem Feinde. Auch wenn man, wie öfters vorgeschlagen wurde, feindwärts abgeblendete Steuerlampen anwendet, erreicht man nicht viel, denn der Reflex dieser Lichter wird leicht von der angegriffenen Seite aus erkannt, und außerdem sind die Lampen bei bewegter See recht unsichere Führer. Aus diesem Grunde werden solche Fernlenkboote nicht verwendet. Bei dem neuen deutschen Boot, das auf große Entfernungen wirken will, ist eine Steuerung durch Beobachtung von der Küste aus gänzlich ausgeschlossen, die Leitung des Angriffs geschieht vielmehr von einem Wasserflugzeug aus, das dem Boot folgt und die Steuerbefehle auf drahtlosem Wege der Küstenstation zugehen läßt. Auf diese Weise kann der Beobachter dem Boot genügend nahe bleiben, um seine Bewegungen mit einiger Genauigkeit lenken zu können. Die Boote hätten bisher absichtlich oder zufällig Zickzackkurs gesteuert und keinerlei Erfolg erzielt. Man könne wohl ein Motorboot auf der Wasseroberfläche, gelenkt von oben, vortreiben, aber es sei die Frage, ob es gelingt, den Kontakt mit einem feindlichen Fahrzeug herzustellen, dessen Schnellfeuerkanonen in Tätigkeit sind. Das deutsche Boot wird als eine geschickte Modifikation eines alten Gedankens angesehen, aber man nimmt nicht an, daß es eine besondere Bedeutung erlangen wird. Das einzige wirklich interessante Merkmal der Neuerung sei die Lenkung durch ein Flugzeug.

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Das Stickstoffproblem in den Vereinigten Staaten.

[Electrician, Bd. 80, S. 125 u. 163; 5. Sp.]

Für Munition hat die Heeresverwaltung der Vereinigten Staaten zu Friedenszeiten einen Höchstbedarf von 20 000 t Salpetersäure, zur Kriegszeit dagegen einen solchen von 180 000 t. Um das beste Verfahren zur Deckung dieses Bedarfs aus Luftstickstoff ausfindig zu machen, wurde C. L. Parsons, der Chefchemiker des Bureau of Mines, nach Italien, Frankreich, England, Norwegen und Schweden entsandt. Als Ergebnis seiner Besichtigungen reichte er einen Bericht ein, dem wir folgendes entnehmen.

Für die Regierung der Vereinigten Staaten kommen folgende Wege zur Salpetersäuregewinnung in Betracht:

1. Salpetersäure aus Luft mittels des Lichtbogens;

2. Salpetersäure aus Ammoniak durch Oxydation, u. zw. aus Ammoniak, das entweder nach dem Haberschen Verfahren aus Stickstoff und Wasserstoff unmittelbar hergestellt oder durch Zersetzung von Kalkstickstoff oder als Nebenerzeugnis der Verkokung von bituminöser Kohle oder aus Zyanid gewonnen ist. Im letzten Falle soll Natriumzyanid durch Schmelzen einer innigen Mischung von kalzinierter Soda mit Kohle und Stickstoff im elektrischen Ofen bei Gegenwart von feinverteiltem Eisen erzeugt werden.

Für die Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure können dienen: erstens das Ostwald-Bartonsche Verfahren, das jetzt in Frankreich, England und wahrscheinlich auch in Deutschland ausgeübt wird, zweitens das Frank-Carosche Verfahren, nach welchem in Deutschland jetzt 100 000 t konzentrierter Salpetersäure gewonnen werden, und nach welchem in Amerika zwei kleine Anlagen arbeiten, und drittens die Oxydation von gelöstem Ammoniak oder Dizyanamid zu Ammoniumnitrat, welche einzig in einer schwedischen Versuchsanlage ausgeführt wird, und für welche jetzt zwei Anlagen gebaut werden, eine bei Gothenburg in Schweden und die andere, größere bei Berlin in Deutschland.

Was das Lichtbogenverfahren anlangt, so empfiehlt Parsons es nicht, weil der Kostenaufwand zu groß sei und man zu Friedenszeiten keine rechte Verwendung für die gewaltigen Salpetersäuremengen habe. Die große Anlage im südlichen Norwegen liefere zwar dank dem billigen Kraftpreis (kaum 20 M das PS-Jahr) die Salpetersäure wohlfeiler als ein anderes Verfahren und auch beim doppelten Kraftpreis hielte man das Verfahren noch für wettbewerbsfähig, aber da 2,33 PS-Jahr für die Tonne (verdünnter) Salpetersäure gebraucht würden, müßten rd 0,5 Mill. PS in den Vereinigten Staaten dienstbar gemacht werden, um ihren Kriegsbedarf an Salpetersäure zu decken. Außerdem ließe sich die Salpetersäure nur schwierig versenden, weshalb man auch in Norwegen sie in Ammoniumnitrat überführe, wozu man dort erst große Ammoniakfabriken errichten mußte.

Das Habersche Verfahren ist für Deutschland z. Zt. die Hauptquelle von Ammoniak. Während 1913 gegen 20 000 t Ammoniumsulfat 1914 schon 60 000, 1915 150 000, 1916 300 000 t erzeugt wurden, soll 1917 die Ausbeute nach diesem Verfahren der Badischen Anilin- und Sodafabrik mehr als 500 000 t Ammonsulfat entsprochen haben. Diese Gesellschaft hofft sogar nach Friedensschluß den Markt gegen den Chilesalpeter behaupten zu können. Beim Haberschen Verfahren werden der aus der Luft gewonnene Stickstoff und der durch Wasserzersetzung hergestellte Wasserstoff über fein verteiltem Eisen bei mehr als 500° C und unter 125 bis 150 at Druck zu Ammoniak vereinigt. Die Erzeugung des Wasserstoffes durch Einwirkung von Kohle oder von Eisen auf Wasserdampf hat einen Hauptanteil an den Kosten des Verfahrens, welche auf 1 kg flüssiges Ammoniak nur ungefähr 40 Pf betragen sollen; der Kraftbedarf ist gering. Den großen Vorteilen des Haberschen Verfahrens stellt Parsons u. a. die Nachteile gegenüber, daß die technischen Einzelheiten unbekannt sind und erst durch langwierige, vielleicht jahrelange Versuche ermittelt werden müßten, und daß die Ausbesserungs- und Erneuerungskosten hoch seien.

Das Zyanamid-(Kalkstickstoff-)Verfahren wird an einer Reihe von Orten Europas, aber auf der westlichen Halbkugel einzig auf dem kanadischen Ufer des Niagarafalles ausgeübt. Auch dieses Verfahren ist auf billige Kraft angewiesen, es bedarf aber auf die Tonne

Digitized by Google

gebundenen Stickstoffes nur ein Fünftel der Energiemenge des Lichtbogenverfahrens. Als Rohstoffe sind erforderlich Kohle zum Brennen des Kalkes, Anthrazit oder Koks und magnesiafreier Kalk zur Herstellung von Kalziumkarbid, endlich Flußspat[1]) und Stickstoff, der aus flüssiger Luft gewonnen wird. Die Kosten von Ammoniak aus Zyanamid, das mit 33 M für das PS-Jahr in einer von der Regierung errichteten Fabrik hergestellt würde, schätzt Parsons um 10 bis 20 Pf/kg höher als beim Haberschen Verfahren. In Deutschland wurden 1913 gegen 30 000 t Zyanamid erzeugt, 1917 ungefähr 0,4 Mill. t. Das Kalkstickstoffverfahren dürfte im allgemeinen der Regierung der Vereinigten Staaten bei verfügbarer Wasserkraft zu empfehlen sein, weil der Energiebedarf mäßig, das Erzeugnis bequem zu versenden und in Friedenszeiten als Düngemittel zu verkaufen ist. Nachteile sind die vielen Arbeitsgänge, um vom Karbid über Zyanamid und Ammoniak zu Salpetersäure zu gelangen, großer Bedarf an Arbeitskräften usw.

Die Ammoniakgewinnung bei der Kohlendestillation ist in Amerika noch verhältnismäßig wenig entwickelt. Während in Deutschland $^2/_3$ der Kohle unter Gewinnung aller Nebenprodukte vergast und aller Koks in solchen vollkommenen Anlagen gewonnen wird, wird in Amerika noch nicht $^1/_{10}$ der fetten Kohle so verwertet und mehr als die Hälfte des Kokses unter Verlust von Gas, Ammoniak und aller anderen Nebenprodukte hergestellt. Der Krieg hat freilich hier Wandel geschaffen. In Deutschland deckt Ammoniak aus Kohle über ein Drittel des Stickstoffverbrauches; nach Kriegsbeginn ist diese Erzeugung von 100 000 auf 150 000 t gebundenen Stickstoffs gestiegen. In den Vereinigten Staaten könnte diese Quelle, wenn zum Heizen Koks statt Kohle verwendet würde, gegen 1 000 000 t Ammoniak liefern. Zur Zeit ist der Verkaufspreis dieses Ammoniaks freilich zu hoch, als daß es als Rohstoff für die Salpetersäure in Betracht käme, obwohl seine Gestehungskosten als Nebenprodukt an sich besonders niedrig sind.

Das Zyanverfahren arbeitet zwar noch nicht wirtschaftlich, aber Parsons glaubt, daß die mechanischen Schwierigkeiten überwunden werden, und daß der Luftstickstoff auf diesem Wege billiger als auf jedem anderen gebunden werden kann.

Aus Ammoniak sollen nach den letzten Veröffentlichungen jährlich gegen 100 000 t Salpetersäure durch das Frank-Carosche Verfahren gewonnen werden, indem man ein Gemisch von Ammoniak und Luft durch elektrisch geheizte Platindrahtnetze von 80 bis 100 Maschen leitet. Das Ostwald-Bartonsche Verfahren, das zuerst in Villevord (Belgien) erprobt und bis Kriegsbeginn zu wirtschaftlichem Erfolge durchgebildet wurde, wird jetzt in zwei Anlagen ausgeführt, in Angoulême (Frankreich) und in Dagenham (England). Die Wirtschaftlichkeit und die Ausbeute des Ostwald-Bartonschen Verfahrens ist größer als bei allen anderen Verfahren, soweit genaue Zahlen zu erhalten waren. Über das schwedische Verfahren, bei welchem gelöstes Ammoniak oder Zyanamid unmittelbar zu Ammoniumnitrat oxydiert wird, das sich leicht eindampfen und in Salpetersäure überführen läßt, konnte Parsons nichts Näheres erfahren; im Sommer 1917 sollte die Fabrik bei Gothenburg in Betrieb kommen. Parsons hält dieses Verfahren für besonders wichtig, weil Ammoniumnitrat als Sprengstoff immer mehr in Aufnahme kommt.

Parsons kommt zum Schlusse, daß die Regierung der Vereinigten Staaten Salpetersäure durch Oxydation von Ammoniak herstellen, aber bei der Errichtung von Ammoniakfabriken langsam vorgehen solle, weil Fortschritte im Zyanidverfahren und das Habersche Verfahren alle großen Ausgaben für Kalkstickstoffwerke bald wertlos machen könnten. Eine Wasserkraftanlage mit großen Kosten allein für die Stickstoffgewinnung auszubauen, widerrät er. *K. A.*

[1]) Fluorkalzium oder Chlorkalzium werden dem gepulverten Karbid beigemengt, um die Stickstoffbindung (Azotierung) zu beschleunigen. K. A.

Verschiedenes.

Übergangsmaßnahmen und Hochschulreform.

Die Übergangszeit wird an Technik und Industrie große Anforderungen stellen; es gilt, den Betrieb auf die neue Friedenswirtschaft umzuleiten und die Kriegserfahrungen wissenschaftlich zu verwerten. Hierfür sind vor allem wissenschaftlich gründlich durchgebildete Ingenieure in größerer Zahl erforderlich; der akademisch-technische Nachwuchs erscheint jedoch sehr gefährdet, da eine ganze Anzahl von Studierenden aus wirtschaftlichen oder anderen Gründen ihr Studium nicht vollenden können. Um den daraus entstehenden Schädigungen entgegenzuwirken und den hohen Stand der deutschen Technik nicht zu gefährden, müssen den Kriegsteilnehmern bei der Wiederaufnahme ihrer Studien alle zulässigen Erleichterungen gewährt werden. Diese Forderung vertritt der Deutsche Ausschuß für Technisches Schulwesen, in dem die führenden Persönlichkeiten der deutschen Technik und Industrie, wie auch die Hochschullehrer vereinigt sind, in einer an die Unterrichtsverwaltungen gerichteten Eingabe. Er hält es für besonders wichtig, daß den Hochschulen, um den wechselnden Bedürfnissen der Übergangszeit Rechnung tragen zu können, bei der Handhabung der Prüfungsbestimmungen möglichste Freiheit gewährt werde; er fordert hinreichende Geldmittel zum Ausbau des Lehrkörpers der Hochschulen und zur Gewährung reichlicher Stipendien an begabte Studierende. Auch die Heeresverwaltung kann durch frühzeitige Entlassung der Lehrkräfte und Studierenden die rasche Wiederaufnahme des Unterrichtsbetriebes sichern. Wird den Hochschulen und Bergakademien in der Übergangszeit eine freiere Handhabung des Unterrichtsprogrammes und der Prüfungsbestimmungen zugestanden, dann können in dieser Zeit wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, die die Grundlage für die schon vor dem Kriege als dringend notwendig erkannte Reform des technischen Hochschulwesens bilden können.

Kursus über Berufsberatung.

Die Deutsche Zentralstelle für Berufsberatung der Akademiker, eine Gründung des Akademischen Hilfsbundes und des Deutschen Studentendienstes von 1914 beabsichtigt, in der Berliner Universität in der Zeit vom 16. bis 26. September d. Js. einen Kursus über Berufsberatung abzuhalten. Der Kursus hat die Aufgabe, Studenten und junge Akademiker, Offiziere, die einen akademischen Beruf ergreifen wollen, Abiturienten, die Leiter der Akademikerfürsorge, die Berufsberater der bürgerlichen Kriegsbeschädigtenfürsorge, die Direktoren und Lehrer der höheren Lehranstalten und die Hochschullehrer zu gemeinsamer Belehrung und Beratung zusammenzuführen. Das Ziel des Kursus besteht darin, über die Möglichkeiten der Betätigung des Akademikers in seinem Berufe zu unterrichten. Besondere Berücksichtigung werden dabei die Verhältnisse auf dem akademischen Arbeitsmarkte finden, wie sie der Krieg geschaffen oder indirekt hervorgerufen hat. Der Vorlesungsplan gliedert sich in allgemeine Vorträge über Berufskunde, Vorträge über Berufsfragen für kriegsbeschädigte Akademiker und in solche über Systematik und Methodik der Berufsberatung. Führende Männer aus allen Zweigen akademischer Berufstätigkeit werden Vorträge über ihre Fachgebiete halten. Das Sekretariat der Deutschen Zentralstelle für Berufsberatung der Akademiker befindet sich in Berlin NW 7, Georgenstraße 44.

Schenkung für wissenschaftliche Zwecke.

Wie die „Badische Landesztg." mitteilt, schenkte die Aluminium-Industrie A. G., Neuhausen, der Technischen Hochschule in Zürich 0,5 Mill. Fr zur Förderung wissenschaftlicher Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Elektrizität, insbesondere der Elektrochemie und der Elektrometallurgie.

Baltische Technische Hochschule.

Die Technische Hochschule in Riga, um deren Wiedereröffnung man sich in baltischen Kreisen seit langem bemühte, hat die obrigkeitliche Genehmigung zur Wiederaufnahme ihrer Tätigkeit erhalten. Die Vorlesungen werden am 1. Oktober beginnen. Die Hochschule wird den Namen „Baltische Technische Hochschule" führen. Die Baltische Universität wird bekanntlich gleichzeitig in Dorpat eröffnet.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe]

Verlängerung der Prioritätsfristen in Schweden.[1])

Auf Grund des § 1 Abs. 2 der Verordnung des Bundesrats, betreffend die Verlängerung der im Artikel 4 der revidierten Pariser Übereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums vom 2. VI. 1911 vorgesehenen Prioritätsfristen, vom 7. V. 1915 (Reichs-Gesetzbl. S. 272) und im Anschluß an die Bekanntmachung vom 20. VIII. 1917 (Reichs-Gesetzbl. S. 728) macht der Reichskanzler unterm 23. VIII. 1918 bekannt, daß in Schweden für Patente die bezeichneten Fristen zugunsten der deutschen Reichsangehörigen weiter bis zum 31. VII. 1919 verlängert sind.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 458.

Verletzung eines Bureauangestellten durch Herabfallen des Gegengewichts einer elektrischen Lampe.

Der Handlungsgehilfe H. erlitt im Bureau der Maschinenfabrik H. in C. dadurch einen Unfall, daß ihm das Gegengewicht einer über seinem Arbeitstisch befindlichen Lampe, welche er zwecks Prüfung der Brennfähigkeit ihrer Birne herunterzog, auf den Kopf fiel, was eine Gehirnerschütterung und verminderte Erwerbsfähigkeit H.s zur Folge hatte. Er klagte auf Schadenersatz gegen die Firma, weil sie nicht für sachgemäße Einrichtung und Befestigung der Lampe gesorgt, es auch unterlassen habe, sie von Zeit zu Zeit auf ihre Absturzsicherheit zu untersuchen. Das Landgericht wies die Klage ab, ebenso das Oberlandesgericht Hamm. Dagegen hob das Reichsgericht das Urteil auf und verwies die Sache an das Berufungsgericht zurück.

Die Entscheidungsgründe der höchsten Instanz: Das Oberlandesgericht weist die Klage in der Hauptsache deshalb ab, weil der dem Kläger obliegende Beweis für ein fahrlässiges Verschulden der Beklagten nicht als geführt erachtet werden könne. Das beruht auf Verkennung der Beweislast. Der Sachverständige hat erklärt, daß der Unfall bei sachgemäßem Herunterziehen der Lampe nicht hätte vorkommen können, wenn bei deren Einrichtung und Befestigung die Sicherheitsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker beobachtet worden wären. Damit hat der Kläger seiner Beweispflicht genügt und einen Tatbestand dargelegt, der nach den Erfahrungen des täglichen Lebens die Annahme rechtfertigt, daß das Herunterfallen des Gegengewichtes auf ein technisches Versehen der Installationsarbeiter der Beklagten zurückzuführen sei. Sache der letzteren war es daher, die für den ursächlichen Zusammenhang zwischen einem solchen und dem Unfalle sprechende tatsächliche Vermutung zu widerlegen und darzutun, daß sie der ihr obliegenden Fürsorgepflicht in vollem Umfange genügt habe. Dieser Beweispflicht konnte sie mit dem bloßen Hinweise auf die Möglichkeit einer gewaltsamen Einwirkung auf die Lampe, d. h. mit dem Hinweise auf die Möglichkeit eines Verschuldens des Klägers sich um so weniger entziehen, als nach den Ausführungen sowohl des Sachverständigen als auch des Oberlandesgerichts Anhaltspunkte für das Vorliegen eines solchen sich nicht haben finden lassen. (Urteil des Reichsgerichts vom 12. IV. 1918. Aktenzeichen III. 19/18.)

Sk.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit)

Ein neues Stromverrechnungsverfahren.

Herr BIERMANN darf mir glauben, daß ich mich mit seinen Ausführungen in allen Teilen eingehend beschäftigt und seine Anregungen erfaßt habe.

Meine Ausführungen, in denen nicht ein Wort zu finden ist, das gegen eine vorläufige Pauschalierung der Strombeträge spricht, hat Herr BIERMANN aber nicht widerlegt. Nach dem Aufsatz des Herrn BIERMANN ist die Anwendung der vorläufigen Pauschalierung die unabwendbare Notwendigkeit des BIERMANNschen Systems. Im übrigen ist die vorläufige Pauschalierung doch kein neuer, von Herrn BIERMANN ausgehender Vorschlag. Auch Kartensysteme zur Vereinfachung des Schreibwerks gibt es bereits. Wenn Herr BIERMANN in seiner Entgegnung die Pauschalierung von seinem System abtrennt und jetzt nur dieser das Wort redet, dann war das sicher nicht der Zweck seiner ersten Ausführungen. Die Absicht des Herrn BIERMANN bestand meines Erachtens allein darin, seinen patentamtlich geschützten Kassierapparat als Idealeinrichtung bei den Werken bekannt zu machen. Gegen diese meine Ansicht spricht auch nicht der Schlußpassus seiner Entgegnung auf die Erwiderung des Herrn VOGLER, und daran ändert auch die Überschrift der Arbeit nichts. Bleiben wir also beim Kern des Aufsatzes des Herrn BIERMANN: dem Kassierapparat und der angeschlossenen Quittung. Wenn ich in meinen Ausführungen die Anwendung der Schreib-Rechen-Maschine erwähnt habe, dann ist damit nicht gesagt, daß ich mich Neuerungen verschließe, die es ermöglichen, die an sich einfache Arbeit des Stromrechnungsschreibens

Digitized by Google

noch weiter zu vereinfachen oder durch andere praktische Einrichtungen zu ersetzen. Meine Absicht war nur, zu beweisen, daß das Kassierapparat- und Kartensystem des Herrn BIERMANN in Wirklichkeit gegenüber dem richtig angewandten bisherigen System keine Vorteile, wohl aber Nachteile hat. In dieser Hinsicht decken sich meine Ausführungen mit denen des Herrn VOGLER. Dadurch, daß Herr BIERMANN in seiner Entgegnung erwähnt, daß bei Leerung von Automaten der Abnehmer genau so gut wie bei Leerung seines Kastens zugegen sein muß, widerlegt Herr BIERMANN selbst den Vorteil seines Systems, der nach seiner Ansicht in der schnelleren Abwicklung des Einkassierungsverfahrens liegen soll. Die Einrichtung des Guthabenverkehrs ist, wenn sie bei einem Elektrizitätswerk allgemein wird, wie es Herr BIERMANN wünscht, und unter diesen Umständen hätte sie auch nur Wert, eine Mehrbelastung, die wie ich schon gesagt habe, jede andere Arbeitsersparnis aufhebt. Daß eine derartige Einrichtung schon 2 Jahre besteht, ist für mich kein Beweis des Gegenteils. Bleibt bei Bestehen einer derartigen Einrichtung die Arbeit aus, dann machen von ihr eben nur ganz wenige Konsumenten Gebrauch, und damit ist der Zweck der Einrichtung verfehlt. In der Entgegnung der Erwiderung des Herrn LIEBSCH sagt Herr BIERMANN, daß sich nur ein kleiner Prozentsatz (5 bis 6%) für diese Einrichtung hat gewinnen lassen, und damit bestätigt er die Richtigkeit meiner Ansicht über den Guthabenverkehr.

In meinem Anschreiben an die Schriftleitung habe ich s. Zt. gesagt, daß ich mich mit dem Problem der Vereinfachung des Stromverrechnungsverfahrens eingehend beschäftigt und unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Momente Vereinfachungen zusammengestellt habe, die ich demnächst in einem längeren Aufsatz zu behandeln gedenke. Leider fehlte mir bisher zur Fertigstellung dieser Arbeit die Zeit. Herrn BIERMANN kann ich aber jetzt schon verraten, daß auch ich die vorläufige Pauschalierung vertrete und dafür ein Kartensystem anzuwenden gedenke, und er mag hieraus entnehmen, daß ich seine Ausführungen in allen Teilen voll und ganz erfaßt, sein System aber ungeeignet gefunden habe.

Berlin, 10. VII. 1918.

Thiemann, kaufm. Bureaudirektor.

Erwiderung.

Aus den jetzigen Ausführungen des Herrn THIEMANN geht hervor, daß er sich selbst mit der Ausarbeitung eines neuen Kartensystems z. Zt. befaßt, also gewissermaßen Konkurrent ist, dieses geeigneter hält als das von mir eingehend beschriebene. Welches von beiden Systemen das bessere ist, mögen später unsere Fachkreise entscheiden. Herr THIEMANN vertritt also zunächst nur seine reine subjektive Meinung. Ich werde mich zu gegebener Zeit mit der Arbeit des Herrn THIEMANN noch zu befassen haben und würde anempfehlen, sie baldmöglichst zu veröffentlichen, damit sie nicht durch andere Veröffentlichungen überholt und wertlos wird. Jedenfalls wünsche ich Herrn THIEMANN, daß er auch die guten Erfolge später aufweisen kann, die ich mit meinem System bereits erreicht habe, und daß vor allen Dingen unsere weiteren Fachkreise seine gute Meinung über seine Erfindung teilen.

Z. Zt. Seebad Ahlbeck, 21. VII. 1918.

F. Biermann, Elektrizitätsdirektor.

Wir schließen hiermit diese Erörterung.

D. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Akkumulatoren für stationäre elektrische Anlagen. Von Prof. Dr. Carl Heim. 5. umgearb. Aufl. mit 79 Abb. VI u. 153 S. in 8°. Verlag von Oscar Leiner. Leipzig 1918. Preis geb. 7 M.

Vor kurzem erschien die neue Auflage dieses beliebten Buches, dessen frühere Auflagen einen ehrenvollen Platz in der Literatur über Akkumulatoren eingenommen haben. Nachdem sich die früheren Auflagen schon auf den ortsfesten Bleisammler beschränkt haben, bringt die vorliegende nur mehr Beschreibungen, Abbildungen und Zahlenangaben über die Erzeugnisse zweier deutscher Werke unter Nichtberücksichtigung der ausländischen. Mit Rücksicht auf die Übersichtlichkeit und die überragende Wichtigkeit dieser beiden Werke für deutsche Gebraucher von Sammlerbatterien kann man sich mit der Auswahl des Verfassers wohl einverstanden erklären. Das Buch zerfällt in die 7 Abschnitte:

I. Wirkungsweise und Bauart des Bleiakkumulators im allgemeinen,
II. Erklärung der Vorgänge im Bleiakkumulator,
III. Leistung und Verhalten des Akkumulators im dauernden Betriebe,
IV. Beschreibung ausgeführter Konstruktionen von Akkumulatoren,
V. Anwendung der Akkumulatoren,
VI. Hilfsapparate für den Akkumulatorenbetrieb,
VII. Aufstellung und Wartung der Akkumulatoren, Betriebsstörungen und deren Beseitigung.

Alle Teile verraten langjähriges Vertrautsein des Verfassers mit dem Stoff und berücksichtigen auch die neuen wissenschaftlichen Arbeiten und technischen Fortschritte auf dem Gebiet, über welches sie den Leser in leichtfaßlicher Weise unterrichten. Diesen Vorzügen gegenüber treten kleine Mängel und einige Unrichtigkeiten zurück, welche der Verfasser vielleicht bei einer Neuauflage seines Buches verbessern wird. Der Unterzeichnete glaubt, auf folgendes hinweisen zu dürfen:

S. 4 und 152 wird Regenwasser als Verdünnungsmittel der Schwefelsäure angegeben. Wegen der häufig vorhandenen Verunreinigungen des Regenwassers durch Nitrite, Nitrate, Chloride, organische Stoffe usw. ist es aber hierzu meist ungeeignet.

S. 5 würde sich empfehlen, auf die rasche Veränderung der EMK in den ersten Minuten der Entladung und Ladung hinzuweisen, da nur hierdurch der anfängliche Verlauf der Kurven Abb. 2 u. 3 erklärt wird.

S. 6 wird als Grund der beginnenden Gasentwicklung Mangel an Bleisulfat angegeben, da aber bekanntlich nach einer Unterbrechung der Ladung diese anfänglich wieder ohne Gasentwicklung erfolgt, ist nicht Mangel an Bleisulfat überhaupt, also an „unverändert gebliebenen Teilen der aktiven Masse" die Ursache der beginnenden Gasentwicklung, sondern der Mangel an gelöstem und dissoziierten Bleisulfat.

S. 9 wird die Veränderung der Säuredichte zwischen Ende Entladung und Ende Ladung nach Erfahrung des Unterzeichneten etwas zu gering angegeben; es würde sich empfehlen, 1,16 bis 1,205 als Grenzwerte anzuführen. Im folgenden Absatz sollte auf die Ungenauigkeit der Methode, den Ladezustand aus den Aräometerangaben zu berechnen, hingewiesen werden, da einmal die Säuredichte stets der Entladung bzw. der Ladung nachhinkt und ferner eine Veränderung der Säuretemperatur einen groben Fehler veranlaßt.

Die auf S. 10 erwähnten Aräometer von Holden und Kretschmar haben sich in der Praxis nicht eingeführt; es werden vielmehr allgemein gewöhnliche Spindeln oder solche mit Hartgummiskalen benutzt, welche innerhalb des notwendigen Meßbereiches große Empfindlichkeit haben.

Die Angaben auf S. 13 und 49 über die Wirkung der Oberflächenvergrößerung könnten die Meinung erwecken, daß die Kapazität einer Platte sich durch Vergrößerung ihrer Oberfläche beliebig erhöhen ließe. Dies ist jedoch nur der Fall bis etwa zur 8-fachen Vergrößerung; darüber hinaus nimmt die Kapazität wieder ab. Es ist also nicht nur die geringe Lebensdauer der zu stark unterteilten Platten die Ursache, daß sie nicht praktisch gebraucht werden.

Auf S. 20 wird als Ergebnis sorgfältiger Untersuchung verschiedener Forscher die unzweifelhafte Feststellung angegeben, daß die EMK unabhängig von der Menge des Bleisulfats sei, solange überhaupt Blei und Superoxyd vorhanden seien. Da sich dies ohne weiteres aus einem fundamentalen Gesetz der physikalischen Chemie ergibt, dürfte der obige Hinweis auf die besondere Forschungstätigkeit wohl unangebracht sein.

Die Bemerkung S. 36, daß bei beiden Plattenarten eine Steigerung der Kapazität durch Gasaufnahme bei Überladung möglich sei, würde wohl gerade in diesem, vorzugsweise für die Praxis bestimmten Buch besser wegbleiben, da Verfasser selbst sagt, daß diese Kapazitätssteigerung für den regelmäßigen Betrieb nicht in Frage komme. Außerdem scheint in der Frage der Gasabsorption durch die Versuche von Rumpf und Streintz die gegenteilige Ansicht Dolezaleks noch nicht mit genügender Sicherheit widerlegt.

S. 63 findet sich wohl ein Druckfehler; selbstverständlich müssen die Holzbrettchen ein wenig größer sein als die Bleiplatten.

S. 93: Die für Ladung der Batterie in Gruppen einfachste und gebräuchlichste Anordnung dürfte kaum die dort erwähnte sein; insbesondere, da man hierbei keinen bestimmten Anhaltspunkt für das Umschalten, z. B. von I II auf I III hat. Allgemein eingeführt hat sich dagegen die sogenannte Miekaschaltung (D.R.P. Nr. 124 647), nach welcher die Batterie ebenfalls in 3 Gruppen (I, II, III) geteilt wird. Zuerst werden I und II parallel und mit III in Reihe geladen, bis III voll ist, dann unter Abschaltung von III die Gruppen I und II in Reihe vollgeladen. Auch hierfür gibt es einfache, zwangläufig arbeitende Schaltvorrichtungen, z. B. von der Dr. Paul Meyer A. G.

S. 151: Die Ölfüllung der Isolatoren Abb. 79 hat sich nicht praktisch bewährt; diese Isolatoren werden, soweit noch vorhanden, ohne Öl benutzt. Größtenteils werden Isolatoren nach Abb. 78 angewendet.

S. 153: Daß die Vornahme der täglichen Besichtigung am Ende der Ladung vorgenommen wird, ist nicht nur zweckmäßig, sondern unumgänglich nötig, da man nur am Ausbleiben der Gasentwicklung die kranken Elemente erkennt.

Das auf S. 154 empfohlene Hinunterstoßen etwaiger abgefallener Füllmasse durch ein zwischen die Platten gebrachtes Holzstäbchen dürfte sich bei den Batterien der A. F. A. nicht empfehlen, da hierdurch die perforierten Bleibleche der negativen Platten (S. 61) leicht verletzt werden. Aber trotzdem ist es auch hier nicht nötig, die Platten herauszunehmen, da man durch Auswechseln des zwischen den Platten befindlichen Holzbrettchens stets den Kurzschluß entfernen kann. Leider hat Verfasser an dieser Stelle das allgemein zum Auffinden der Kurzschlüsse benutzte Verfahren nach D.R.P. Nr. 140 789 nicht erwähnt, welches auf der Ablenkung einer, auf die Verbindungsleisten oder zwischen die Fahnen gebrachten Magnetnadel beruht.

Die auf S. 155 besprochene Unterbrechung der elektrischen Verbindung innerhalb der Batterie infolge Auslaufens eines Gefäßes findet nicht statt, wenn die Batterie aus Elementen in Doppelgefäßen besteht, also je ein Element durch zwei, in getrennten Gefäßen befindliche, parallel geschaltete Elemente ersetzt ist, welche Anordnung die A. F. A. für alle größeren Typen in Glasgefäßen trifft. Beim Auslaufen eines Gefäßes wird hier die elektrische Verbindung durch das parallel geschaltete Element aufrecht erhalten.

Die auf S. 157 erwähnte Selbstentladung der Negativen unter Gasentwicklung wird außer dem angeführten Kupfer auch durch andere elektropositive Metalle, z. B. Platin, bewirkt, nicht aber durch Spuren des Eisens. Dieses ist in geringer Menge unschädlich; auch bei Vorhandensein größerer Mengen bewirkt es keine Gasentwicklung und setzt sich nicht auf den Negativen ab, wohl aber verursacht es Selbstentladung der Negativen und Positiven.

Endlich ist die auf derselben Seite beschriebene Behandlungsweise der Batterie bei Selbstentladung nicht zweckmäßig. Nach dieser würde man eventuell genötigt sein, die negativen Platten und die Säure zu erneuern. Vorteilhafter ist es, erst an wenigen Elementen den geschilderten Versuch des Tiefentladens und teilweisen Umladens zu machen; führt diese Methode nicht zum Ziel, so wird man an einigen anderen Elementen versuchen, sie stark zu überladen und in diesem Zustand nur die Negativen (auf welche sich dann die schädlichen Unreinigkeiten der Säure niedergeschlagen haben), durch neue zu ersetzen. Häufig kann man überhaupt ohne Erneuerung von Platten oder Säure auskommen, indem man die aus den entladenen Elementen entfernte Säure durch eingeleiteten Schwefelwasserstoff oder Zufügung von Barium-Sulfhydratlösung reinigt. Je nach dem Ausfall dieser Vorversuche wird man dann die ganze Batterie behandeln.

In Vorstehendem wurden die wenigen Unrichtigkeiten, trotzdem sie Einzelheiten von meist geringer Bedeutung betreffen, gerade deshalb so ausführlich besprochen, weil der Unterzeichnete das Buch für eines der besten auf dem Sondergebiet hält, und er schließt sich aus voller Überzeugung der in der Vorrede ausgesprochenen Hoffnung an, daß das vorliegende Werk zu den alten sich neue Freunde erwerben möge.

Dr. Straßer.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Aus Deutschlands Waffenschmiede. Mit zahlreichen Bildern und Tafeln. Von Dr. J. Reichert. 112 S. in 8°. Verlag von Hermann Kalkoff, Berlin-Zehlendorf-West 1918. Preis 2,50 M.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Die elektrotechnische Ausfuhr nach dem Kriege.

Die elektrotechnische Erzeugung der Vereinigten Staaten von Amerika ist im Jahre 1917 weiter gestiegen und wird auf 600 Mill. $ geschätzt[1]). Die Ausfuhr erreichte die Höchstziffer von 55 Mill. $ und stellte sich danach dem Wert nach etwa doppelt so hoch wie im Jahre 1913. Wenn auch die Ausfuhrmenge infolge der Preissteigerungen nicht ebenfalls die doppelte Höhe erreichte, so wird sie dennoch wesentlich gewachsen sein. Sieht man sich die Bestimmungsländer der Ausfuhr an, so findet man, daß sie hauptsächlich nach den Ententeländern, darunter in erster Linie nach England, zugenommen hat.

In den Vereinigten Staaten fordern die Fachkreise jetzt zu besonderen Anstrengungen auf, um auch für die Zeit nach dem Kriege die Ausfuhr auf der jetzigen Höhe zu erhalten, und rufen dabei nach Staatshilfe. Der Staat hat den amerikanischen Exporteuren bisher das gegeben, was sich früher im amerikanischen Ausfuhrgeschäft als großer Mangel fühlbar machte, eine eigene bedeutende Handelsflotte ist im Entstehen begriffen, eine ausgedehnte überseeische Bankorganisation wurde geschaffen, als Finanzierungsinstitut für den Außenhandel ist die American International Corporation gegründet worden. Der Ruf nach staatlicher Beihilfe tönt aber fort. Wie die amerikanische Regierung diese Beihilfe zu leisten gedenkt, ergibt sich aus ihren wirtschaftlichen Vereinbarungen mit den mittel- und südamerikanischen Staaten, sowie jetzt aus ihren Bemühungen sich durch Waffengewalt Einfluß auf den späteren russischen und sibirischen Handel zu verschaffen.

Die elektrotechnische Ausfuhr von England hat während des Krieges erheblich abgenommen, sie stellte sich im Jahre 1917 auf 4,4 Mill. £ gegenüber 7,5 Mill. £ im Jahre 1913. Der verschärfte U-Bootkrieg und die erhöhten Kriegserfordernisse haben im laufenden Jahre bisher eine weitere bedeutende Verschlechterung der elektrotechnischen Handelsbilanz verursacht. Die englischen Regierungsbehörden widmen sich mit größtem Eifer der Vorbereitung für die Friedenswirtschaft. Das Handelsministerium sucht mit Hilfe einer ausgedehnten Inlands- und Auslandsorganisation in mitbestimmender Weise Einfluß auf die Entwicklung von Handel und Industrie zu gewinnen, die British Trade Corporation wurde als besondere Auslandsbank ins Leben gerufen und soll durch Gewährung von Krediten den englischen Außenhandel fördern, engere wirtschaftliche Vereinbarungen mit den eigenen Kolonien sollen fremden Wettbewerb in diesen nach Möglichkeit ausschalten, das Mutterland will durch Schutzzölle die Einfuhr erschweren.

Die deutsche Elektroindustrie, deren Ausfuhr vor dem Kriege mit 330 Mill. M größer war als die von England und den Vereinigten Staaten zusammen, steht daher beim Wiederaufbau ihres Auslandsgeschäfts nach dem Kriege nicht gering einzuschätzenden Schwierigkeiten gegenüber. Zu den geschilderten Anstrengungen von England und den Vereinigten Staaten kommt noch hinzu, daß in den neutralen Ländern Europas die elektrotechnische Erzeugung inzwischen nicht unwesentlich gestiegen ist, sich nicht nur auf Deckung des Landesbedarfs, sondern auch auf Ausfuhr einrichtet, daß in Japan die elektrische Industrie und der Geldmarkt bedeutende Fortschritte gemacht haben und in aller Stille den asiatischen Markt zu erobern anfangen. Es wird also auch für uns die Zusammenfassung aller Kräfte nötig sein, um dem verstärkten Wettbewerb mit Aussicht auf Erfolg begegnen zu können, es wird auch uns Staatshilfe geleistet werden müssen. Die Staatshilfe soll aber nicht in staatlicher Einmischung in Erzeugung und Verkauf ihren Ausdruck finden. Die Industrie verlangt von dem Staat nur das, was sie allein nicht durchzusetzen die Macht hat, sie verlangt, daß die alten Handelswege ihr wieder geöffnet, die Wege wieder geebnet und neue Straßen geschaffen werden, daß der Staat alle verfügbaren Inlandskräfte zum wirtschaftlichen Wettkampf auf dem Weltmarkt mobilisiert, dauernd bestrebt bleibt, den Schachzügen des internationalen Wettbewerbs entgegenzutreten und zu diesem Zweck die nötigen Organisationen sich schafft. Die Aufgabe der elektrotechnischen Industrie selbst wird es sein, neben weiterer Vervollkommnung ihrer Konstruktionen und Verbilligung der Erzeugung, sich fester wie bisher für den Verkauf zusammenzuschließen. Der bisherige Zustand, daß die Vertreter der deutschen elektrischen Industrie im Ausland sich in erster Linie gegenseitig zu fürchten hatten, daß sie sich gegenseitig am stärksten bekämpften, darf nicht fortdauern. Im national- und privatwirtschaftlichen Interesse muß eine Verständigung erzielt werden. Überall im Wirtschaftsleben wächst die Größenordnung, und in der Kriegszeit hat sich die Notwendigkeit des Zusammenschlusses gleicher Interessen derartig geltend gemacht, daß solcher von den Behörden vielfach direkt veranlaßt und gefordert wurde, u. zw. nicht nur für die Erzeugung, sondern insbesondere auch für den Verkauf. Die Anzahl der direkten Käufer wird geringer, die Größe der Aufträge ist im Wachsen begriffen. Wird der Außenhandel eines Landes völlig oder nur für einzelne Industrieerzeugnisse nationalisiert, so würde es für dieses Land nur einen einzigen Käufer, den Staat, geben. Jetzt finden wir schon den Einkauf für den direkten Staatsbedarf zentralisiert. In Bulgarien hat kürzlich der Ministerrat beschlossen, in den verbündeten und neutralen Staaten Einkaufszentralen zu errichten, deren Aufgabe es sein soll, die Bedürfnisse sämtlicher Staatsämter zu befriedigen. Deshalb werden auch die Verkäufer immer mehr gezwungen, sich zu vereinigen.

Der Wille zur Verständigung ist in den Kreisen der deutschen Elektroindustrie schon vor dem Kriege vorhanden gewesen und hat seinen Ausdruck in festen und loseren Vereinigungen — für Vertrieb von Kabeln, Leitungen, Lampen, Zählern usw. gefunden, er ist während des Krieges sichtlich gewachsen, wie es die Gründung des Zentralverbandes der deutschen Elektroindustrie beweist. Im wesentlichen aber beschränkte sich die Verständigung auf das Inlandgeschäft. Für das Ausland ist die bisherige Verständigungsart im allgemeinen nicht ausreichend, da dort der Wettbewerb der im Inland fehlenden internationalen Konkurrenz als wichtigstes Moment hinzutritt. Wenn wir diesem Wettbewerb mit Aussicht auf Erfolg begegnen wollen, so können wir uns nicht den Luxus leisten, an jedem größeren Auslandsplatze mehrere deutsche technische Vertretungen zu halten, die für dasselbe Geschäft gleiche Arbeit und gleiche Unkosten aufwenden und gleich umfangreiche Lager halten. Wir müssen als Deutsche geschlossen gegen den fremdländischen Wettbewerb auftreten können. Dieses läßt sich nur durch eine Verkaufsgemeinschaft erreichen. Ohne solche wird eine Verständigung für den Verkauf im Ausland zwecklos bleiben. Die großen und starken Firmen, welche eigene technische Bureaus im Auslande bereits besitzen, sollten in erster Linie versuchen, eine solche Gemeinschaft herbeizuführen und den Zutritt zu dieser Gemeinschaft den mittleren und kleinen Firmen offen halten.

Dr. A. Lietke.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 320.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Bernische Kraftwerke A.G., Bern.[1]) Die Nachfrage nach elektrischer Energie war während des Geschäftsjahres 1917 infolge der andauernden Kohlen- und Petroleumnot noch viel reger wie im Vorjahr und hat die Leistungsfähigkeit der Werke — namentlich während der Winterszeit — auf das Äußerste angespannt. Mit dem Bau der neuen Zentrale „Mühleberg", die im ersten Ausbau 24 000 kW ausnutzen wird, wurde im Herbst 1917 begonnen, und zur Beschaffung der ersten Geldmittel hierfür und für den weiteren Ausbau des Verteilungsnetzes wurden die Obligationen um 11 Mill. Fr erhöht. Trotz der ständig wachsenden Schwierigkeiten in der Beschaffung von Installationsmaterial war der Geschäftsgang der Installationsabteilung anhaltend befriedigend. Bemerkenswert ist der stark gestiegene Bedarf an elektrischen Koch- und Heizapparaten (2058 Stück, ohne Bügeleisen, 994 i.V.). Die bis auf weiteres Ferrosilizium erzeugende elektrochemische Fabrik in Oey-Diemtigen wurde im November 1917 in Betrieb genommen. Die Leistungsfähigkeit der 5 Werke betrug 40 980 kW (wie i.V.). Der Gesamtanschlußwert stieg auf 70 728 kW (54 831 i.V.). Die Gesamterzeugung weist mit 124,612 Mill. kWh (113,058 i.V.) eine Steigerung um 22,5% auf. Die Strom- und Mieteeinnahmen betrugen 4,752 Mill. Fr (4,032 i.V.), entsprechend einer durchschnittlichen Einnahme für ein angeschlossenes kW von 67,19 Fr (73,53 i.V.), für 1 kW Maximalbelastung von 147,59 Fr (155,06 i.V.) und für jede an den Sammelschienen der Werke erzeugte kWh von 3,81 cts (3,57 i.V.). Der Reinertrag der Stromlieferung betrug 2,962 Mill. Fr (2,752 i.V.), der Fabrikbetriebe 0,016 Mill. Fr (0,013 i.V.), des Installationsgeschäfts und der Werkstätten 0,279 Mill. Fr (0,215 i.V.). Der Reinertrag des ganzen Unternehmens stellt sich nach Abzug der Passivzinsen, Abschreibungen und Rückstellungen im Betrage von 2,544 Mill. Fr, auf 1,429 Mill. Fr (1,149 i.V.), woraus 6% Dividende (wie i.V.) auf das unveränderte Aktienkapital von 20 Mill. Fr gezahlt werden. *Mn.*

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 412.

Hamburger Hochbahn A. G., Hamburg[1]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden 55,660 Mill. zahlende Fahrgäste (42,082 i.V.) befördert (dazu kommen rd 1 Mill. Freifahrten) und 3,445 Mill. Wagenkm (3,452 i.V.) geleistet. Die Betriebseinnahmen betrugen 7,419 Mill. M (5,533 i.V.), die Betriebskosten 4,394 Mill. M (3,449 i.V.), die Abgabe an den Staat 1,155 Mill. M (0,840 i.V.). Es ergibt sich ein Überschuß von 0,951 Mill. M (0,660 i.V.), aus dem 5½% Dividende (4% i.V.) auf 15 Mill. M gezahlt werden.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 804.

Firmenverzeichnis.

Schrapers & Abels, Büro für Elektrotechnik und Maschinenbau, Duisburg-Meiderich. (Offene Handelsgesellschaft.)

Fernsprech- und Signalbau-Gesellschaft m. b. H., Hagen. So lautet die bisherige Firma „Westfälische Telephon-Gesellschaft Engel & Co., m. b. H.", Hagen. Der Sitz der Gesellschaft ist von Elberfeld nach Hagen verlegt. Die bisher in Hagen befindliche Zweigniederlassung ist in die Hauptniederlassung umgewandelt, die bisherige Hauptniederlassung in Elberfeld in eine Zweigniederlassung verwandelt worden.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Beyersdorf, Kr. Pyritz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Desgl. Kleinsilber, m. b. H., Kleinsilber, Kr. Arnswalde (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 10).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Isaria-Apparate-Fabrik, G. m. b. H., Schwenningen: um 80000 M auf 0,2 Mill. M. — Lackwarenfabrik Bischofsgrün G. m. b. H., Bischofsgrün: um 0,16 auf 0,36 Mill. M.

Auflösungen. Elektrizitätswerk Laboe, G. m. b. H., Laboe.

Löschungen. Volta, Kommanditgesellschaft für elektrische Kleinbeleuchtung Heinrich Josef Böhle & Co., Paderborn.

Norwegen. Die Norwegische Gesellschaft für elektrotechnische Industrie, Kristiania, beschloß, ihr Aktienkapital um 13,8 Mill. auf 28,2 Mill. Kr. zu erhöhen.

Schweiz. Die Bündner Kraftwerke A.G., Chur, erhöhte ihr Aktienkapital um 0,5 auf 1,5 Mill. M.

Spanien. Die Compania Sevillana de Electricidad, Sevilla, erhöhte ihr Aktienkapital auf 20 Mill. Pes.

Verschiedene Nachrichten.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft. Die A. E. G. hat in Anbetracht der Bedeutung, die in der heutigen Zeit volkswirtschaftlichen Fragen zukommt, für ihre Fabriken eine besondere volkswirtschaftliche Abteilung errichtet. Die Abteilung soll u. a. alle Verhandlungen in volkswirtschaftlichen Fragen mit den Behörden und den verschiedenen Verbänden führen und sich weiterhin mit den allgemein volkswirtschaftlichen und sozialen Fragen beschäftigen, soweit sie für die Beamten und Arbeiter der A E G.-Fabriken von gemeinsamem Interesse sind. Die Abteilung, deren Leitung Herrn Gerichtsassessor a. D. Dr. Eulau übertragen worden ist, hat ihren Sitz in Berlin N, Brunnenstr. 107a.

Stotz & Co. Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Mannheim. Die Firma, deren Abteilung für Installation und Warenverkauf bereits vor einigen Jahren an die Brown, Boveri & Cie. A.G. übergegangen war, ist nunmehr vollständig von dieser Firma übernommen worden und trägt jetzt den Namen: Stotz G. m. b. H. Abteilung der Brown, Boveri & Cie. A.G., Mannheim.

Verschmelzung in der italienischen Elektroindustrie. Die Società Franco Tosi, Legnano, ist mit der Officine Insubri, Mailand, (4 Mill. Lire) und der Società Elettrotecnica Galileo Ferraris, Mailand, (18 Mill. Lire) verschmolzen worden, wobei das Aktienkapital von Franco Tosi auf 80 Mill. Lire erhöht wurde.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 15. Wer umpreßt Vierkant-Messingrohre mit Isolationsmasse?

Abschluß des Heftes: 7. September 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 19. September 1918.** **Heft 38.**

Über einen neuen Hochspannungstransformator nach Dessauer für sehr hohe Spannungen.

Von **Eduard Welter**, Frankfurt a. M.

Übersicht. **Der normale Hochspannungstransformator hat zwei Aufgaben. Einmal soll er ein bestimmtes Übersetzungsverhältnis der Spannungen schaffen, zum anderen soll er die durch die Hochspannung hervorgerufene dielektrische Beanspruchung aufnehmen. Bei dem neuen System ist gleichsam eine Transformatorengruppe für die Transformation der Spannung da, während die andere lediglich die entstehenden dielektrischen Beanspruchungen aufnimmt.**

Es werden die Untersuchungen Dessauers mit der alten und der neuen Schaltung wiedergegeben, die darauf hinzielen, die in den Hochspannungstransformatoren auftretenden, äußerst schädlichen Glimmverluste zu messen, deren Fehlen dem neuen Verfahren auch bei den höchsten Spannungen vollkommene Durchschlagssicherheit gibt.

Auf die Bedeutung des Systems, die besonders bei der Erzeugung hoher Spannungen bei relativ kleinen Leistungen (z. B. Tiefentherapie, Prüfanlagen Entstaubungs-, Rauchverzehrungs- und anderen elektrostatischen Trennungsanlagen) in Frage kommt, wird hingewiesen.

Die Forderung, zu immer höheren Spannungen überzugehen, hat sich neuerdings auf einem Gebiete der Elektrotechnik besonders geltend gemacht, das, obgleich zu hoher Entwicklung gelangt, von der großen Welt der Technik verhältnismäßig wenig beachtet wird, nämlich in der Röntgentechnik. Hier ist man neuerdings über Spannungen von 100 kV_{eff} weit hinausgegangen, bis auf mehr als den doppelten Betrag. Man brauchte diese Erhöhung vornehmlich zu Zwecken der Beeinflussung von tiefliegenden Krankheitsherden. Die üblichen Konstruktionen der Induktoren und Hochspannungstransformatoren waren der erhöhten Beanspruchung (bei den gegebenen engen Raumverhältnissen) nicht gewachsen.

Dies führte zu einem Verfahren, welches durch F. Dessauer[1]) im Institute für angewandte Physik der Kgl. Universität Frankfurt a. M. und im Laboratorium der Veifa-Werke, Frankfurt a. M., durchgebildet wurde und darin besteht, daß die auftretenden Hochspannungsbeanspruchungen zwangsläufig so gesteuert und dorthin verlegt werden, wohin man sie haben will, und wo sie sicher beherrscht werden können. Auf diese Weise kann man es leicht erreichen, daß an keiner Stelle die zulässige dielektrische Beanspruchung überschritten wird, und daß hierdurch die Vorbedingung des Durchschlages genommen ist.

Da diese neue Art, Transformatoren für hohe Spannung zu bauen, für die Röntgentechnik sehr große, wohl aber auch für andere Gebiete der Elektrotechnik nicht geringere Bedeutung haben wird, sei das Wesentliche nachstehend wiedergegeben.

In der Röntgentechnik hatten sich zwei Ausführungsformen von Transformatoren eingebürgert, u. zw. diejenige mit offenem und diejenige mit geschlossenem Eisenkern.

[1]) F. Dessauer: Über einen neuen Hochspannungstransformator und seine Anwendung zur Erzeugung durchdringungsfähiger Röntgenstrahlen. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Bd. 19, Heft 17/18. P. Germak: „Die Naturwissenschaften", 1918, Heft 12

Der Transformator mit offenem Eisenkern ist in seiner Herstellung einfacher, sein Aufbau ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die einzelnen

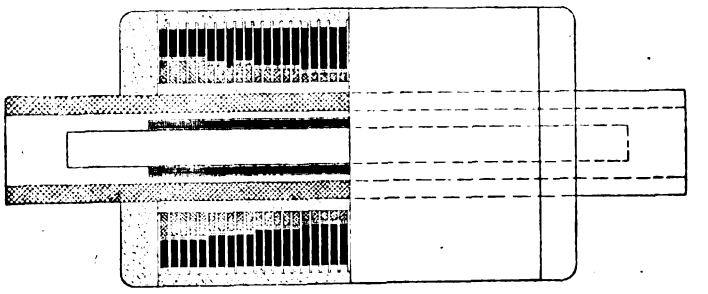


Abb. 1. Aufbau eines Transformators mit offenem Eisenkern.

Wicklungselemente der Hochspannungsseite sind gegenseitig durch besonders präparierte Scheiben aus Preßspan von einander isoliert. Der Abstand der Sekundärwicklung vom Eisenkern wächst mit zunehmender Spannung also nach den Seiten hin an. Die primäre Wicklung liegt in einem dickwandigen Isolationsrohre aus Hartgummi oder imprägnierter Papiermasse. Zwischen den Wandungen des Rohres und der primären Wicklung ist wegen der Kühlung und auch aus anderen Gründen Luft vorhanden. Die ganze Sekundärseite ist bestens mit Isolationsmasse vergossen, die, um Feuchtigkeit und Luft zu entfernen, im Vakuum getrocknet und abgekühlt wird. In der Regel schaden ganz kleine Luftbläschen nicht, weil sie sich beim Betrieb nicht schädlich erwärmen. Dagegen werden Blasen von mehreren mm Länge durch Glimmerscheinungen so heiß, daß die Vergußmasse schmilzt. Das kommt daher, weil die in den Blasen durch Stoßionisation gebildeten Elektronen unter dem Einfluß des magnetischen und elektrischen Feldes solche Geschwindigkeit erlangen, daß sie durch das Abbremsen beim Aufprall an Luftatome und an die Wand der größeren Luftblase diese schädlich erhitzen. Ist der Beschleunigungsweg klein, z. B. in den Blasen unter 1 mm, so läßt sich bei normal gebauten Transformatoren kein Schaden nachweisen.

Ein weiterer Glimmverlust tritt in dem Luftraum zwischen dem Eisenkern und dem Isolierrohr ein, und nagt dauernd an der Lebensdauer des Rohres. Vergießen dieses Raumes bringt außer dem Nachteil der schlechteren Kühlung keine Besserung, weil die beanspruchten Stellen mehr nach der Sekundärspule verlegt werden. Im einen wie im anderen Falle erfolgt nach mehr oder weniger langer Betriebsdauer ein Durchschlag des Isolierrohres, womit der betreffende Transformator unbrauchbar wird. Die kritische Spannung, bei der dieses langsame Weiterfressen der Glimmströme auftritt, ist rd 70 000 V. Unterhalb dieser Spannung sind derartige Transformatoren, wenn sie nicht direkte Fabrikationsfehler haben, recht betriebssicher.

Nach einer Statistik der Veifa-Werke Frankfurt a. M. treten diese Durchschläge bei rd 65% der zugrunde gegangenen Transformatoren an den Enden der Wicklungen auf. An ihrem Zustandekommen scheinen auch Wanderwellen beteiligt zu sein, die durch den zur Gleichrichtung des Stromes benötigten, synchron rotierenden Hochspannungsschalter ausgelöst werden. Der Einfluß der letzteren ist auf Anraten von W. Petersen durch Vergrößern der Kapazität und der Isolierung der Endwicklungen zum Teil behoben worden.

Bei den eisengeschlossenen Transformatoren, die man meistens in Öl einbaut, liegen die Verhältnisse etwas anders. Der notwendige Abstand von dem Eisenjoch und der Hochspannungswicklung ist nur durch große Dimensionierung zu erhalten. Die Schwierigkeiten wachsen bei Spannungen, wie man sie in der Tiefentherapie braucht, d. h. bei Schlagweiten von 30 bis 40 cm zwischen Spitzen, sehr stark an und lassen sich nur mit erheblichem Mehrbedarf an Raum und beträchtlichem Kostenaufwand überwinden. Allerdings ist bei Öltransformatoren ein Durchschlag durch das zur Isolation dienende Öl nicht so schlimm, weil in manchen Fällen bei sofortigem Ausschalten der eigentliche Transformator keinen Schaden nimmt, und sich der Apparat nach wenigen Sekunden wieder benutzen läßt. Jedoch hat die Güte des Öls meist etwas gelitten, so daß der Durchschlag in den späteren Fällen bei etwas kleinerer Spannung einsetzt. In manchen Fällen erfolgt der Durchschlag auch von Spule zu Spule, weil wegen der vielen Windungen das zur Isolation dienende Öl nicht überall eindringen kann. In letzterem Falle ist in der Regel eine eingehende Reparatur erforderlich.

Im folgenden soll nun ein Transformatorensystem beschrieben werden, bei dem jeder Transformator nur in ganz zulässiger Weise dielektrisch beansprucht wird, so daß trotz Erzeugung sehr hoher Spannungen ein Durchschlag sicher vermieden wird. Eingehende Messungen an einer ausgeführten Anlage bestätigen die Betriebssicherheit des für manche Zwecke der Hochspannungstechnik verwendbaren Transformatorensystems.

Bei dem normalen Hochspannungstransformator hat sowohl das Eisenjoch wie auch die primäre Wicklung Erdpotential. Die höchste Spannungsdifferenz herrscht demnach zwischen den Enden der Hochspannungswicklung und dem Eisenjoch bzw. der primären Wicklung. Bei einer Klemmspannung von x kV verteilt sich günstigsten Falls, wenn die Kapazität gegen Erde symmetrisch oder der Mittelpunkt der Hochspannungswicklung geerdet ist, die Beanspruchung so, daß an beiden Enden der Wicklung $\frac{x}{2}$ kV Spannung gegen Erde bzw. gegen die primäre Wicklung und dem Eisenkern herrschen. Hier hilft auch nicht eine Reihenschaltung von mehreren Transformatoren, denn da jede Primärspule nahezu Erdpotential hat, tritt an den Enden des Systems dieselbe Beanspruchung auf, wie bei dem ungeteilten Transformator. Schematisch ist das in Abb. 2 a und b ersichtlich. Durch eine einpolige, d. h. einseitige Erdung wird natürlich die Beanspruchung des ungeerdeten Endes der Hochspannungswicklung verdoppelt. Es rückt

Digitized by Google

dann, wie die Spannungsverteilung des Schemas zeigt, der geerdete Pol b in die Nullage, der Punkt a der Wicklung erhält das doppelte Potential. Als gesamte Spannung sind in der Zeichnung 100 kV angenommen.

Nur einen scheinbaren Vorteil bietet die Schaltung, wie sie Abb. 2 c zeigt. Hier soll ein Teil des Übersetzungsverhältnisses im Transformator H liegen, der andere Teil im Transformator T. Da aber Transformator T einen durchgehenden Eisenkern hat, erhält man durch diesen dieselbe Beanspruchung wie in Schaltung Abb. 2a und b.

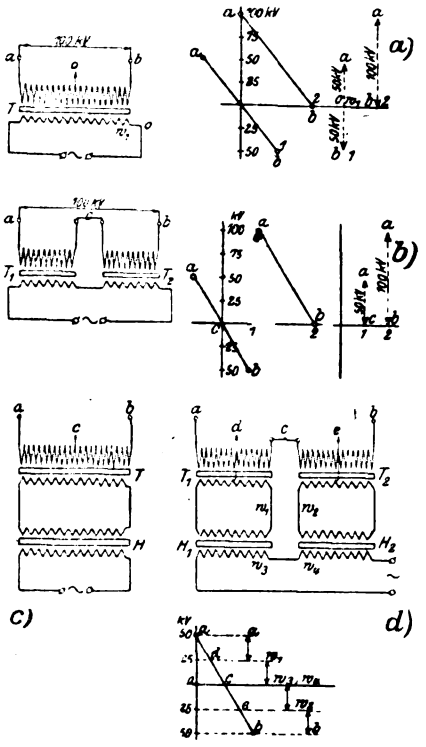


Abb. 2.

Gelingt es aber, die dielektrische Beanspruchung oder einen Teil derselben in einen besonderen Transformator zu legen, so daß der eigentliche Hochspannungstransformator davon entlastet wird, so ist damit ein Erfolg gebahnt. Es ist wohl ein Verdienst F. Dessauers, den im Folgenden beschriebenen Weg im Transformatorenbau zuerst eingeschlagen zu haben, ein Weg, der es ermöglicht, die dielektrische Beanspruchung zu einem steuerbaren Teile zu machen, und dorthin zu verlegen, wo sich eine sichere Isolation ermöglichen läßt.

Abb. 2 d skizziert eine solche Schaltung. Es sind hier vorhanden zwei Hochspannungstransformatoren T_1 und T_2, sowie zwei Beanspruchungstransformatoren H_1 und H_2. Sowohl die primären Wicklungen der letzteren als auch die Sekundärwicklungen der beiden Hochspannungstransformatoren liegen in Reihe und sind in ihrem Mittelpunkt c geerdet. Nehmen wir die gesamte Sekundärspannung wieder zu 100 kV an, so erhält der Punkt a beispielsweise eine Spannung von + 50 kV, der Punkt b eine solche von — 50 kV gegen Erde. Werden aber nun die Mitten der beiden Hochspannungswicklungen bei e und d mit den zugehörigen Primärwicklungen der Hochspannungstransformatoren verbunden, so erhält sowohl jeder dieser primären Wicklungen als auch die mit diesen in Verbindung stehenden sekundären Wicklungen der Beanspruchungstransformatoren das Potential der Stelle d bzw. e der Hochspannungstransformatoren. Die entstehende Spannungsverteilung ist graphisch in Abb. 2 d skizziert. Im vorliegenden Falle erhält der Punkt c Erdpotential. Die Punkte d und e und damit auch die Primärwicklungen der Hochspannungstransformatoren sowie die Sekundärwicklungen der Beanspruchungstransformatoren erhalten ein Potential von ± 25 kV gegen Erde. Die Endpunkte der Hochspannungswicklung bei a und b haben wieder ± 50 kV gegen Erde, aber nur 25 kV gegen die zugehörige Primärwicklung und den Eisenkern. Es tritt mithin trotz einer Gesamtspannung von 100 kV nur eine maximale Beanspruchung von 25 kV auf.

Der Vorteil der steuerbaren Beanspruchung wird erkauft durch zwei Beanspruchungstransformatoren und eine doppelte Transformation. Der Energieverlust beträgt im Allgemeinen bei Transformatoren nur wenige Prozent der durchgehenden Leistung, und kommt deshalb nicht sehr in Frage, zumal er durch den Wegfall des später zu besprechenden Glimmverlustes teilweise ausgeglichen wird. Die Mehrkosten der Beanspruchungstransformatoren sind nicht erheblich, da man derartige „Stromwandler" im Übersetzungsverhältnis von nahezu 1:1 mit dickem Draht und kleiner Windungszahl, eisengeschlossenem Joch und bei Verwendung von Ölisolation relativ klein, betriebssicher und billig bauen kann. Dadurch, daß man die Beanspruchung im Hochspannungstransformator um die Hälfte herabsetzt, wird der Kostenpunkt des letzteren weit unter die Hälfte ermäßigt. Mithin ist das neue System fabrikatorisch bei mittleren Spannungen nur unbedeutend teuerer wie die alte Ausführung, bei sehr hohen Spannungen billiger, in beiden Fällen aber ungleich betriebssicherer.

Eine weitere Verbilligung läßt sich durch einen dritten Transformator erzielen, weil dann ein dritter Beanspruchungstransformator gespart werden kann. Abb. 3 a zeigt die

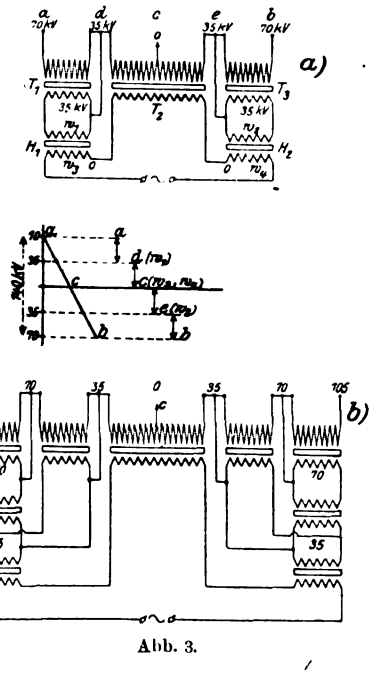


Abb. 3.

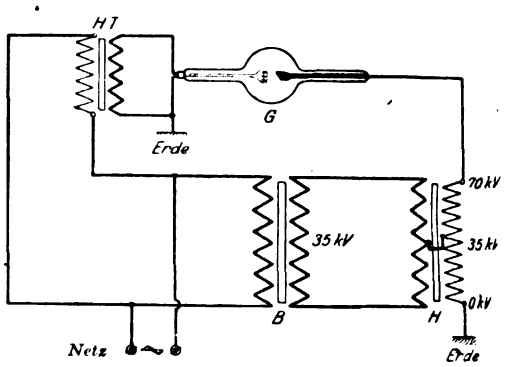
Schaltung. Das zugehörige Diagramm ist für eine gesamte Spannung von 140 kV gezeichnet. Die maximal auftretende Beanspruchung ist 35 kV.

Abb. 2 b zeigt eine weitere Ausbildung der Schaltung für eine gesamte Spannung von 210 kV, die keine größere Potentialdifferenz zwischen benachbarten Stellen aufweist wie 35 kV.[1]) Bemerkenswert ist hierbei, daß diese Schaltung den gleichen Aufbau wie die Schaltung Abb. 2 a besitzt und nur durch Anfügen von neuen Gliedern für die höhere Spannung ausgebaut ist. Die vorhandenen Glieder rücken nach außen, an ihre Stelle treten neu zu beschaffende. Dieser Fall ist für Prüfanlagen wichtig. Sie sind somit in der Lage, sich nach und nach für höhere Spannungen einzurichten, u. zw. unter Verwendung des bereits vorhandenen Materials und ohne besondere Umbaukosten.

[1]) Dieser Wert ist willkürlich gewählt, man kann z. B. auch einen bereits vorhandenen Transformator für 200 kV durch Zukauf eines gleichen und eines passenden Beanspruchungstransformators auf eine gesamte Spannung von 400 kV bei einseitiger Erdung ausbauen. Vgl. Abb. 3a eine Hälfte.

Auch die Möglichkeit einer rationellen Reihenfabrikation, und deren Verwendung zu mannigfachen Kombinationen, gibt dem neuen System in vielen Fällen einen Vorzug gegen die bisherige Ausführung der Hochspannungstransformatoren. Ferner ist bei Eintreten eines Fehlers nicht die ganze Anlage unbrauchbar, sondern nur das beschädigte Glied. Die Anlage ist vielmehr nach Überbrücken des beschädigten Transformators für eine entsprechend kleinere Spannung verwendungsfähig.

Die Schaltungen Abb. 2 und 3 geben nur einige Fälle wieder. Es besteht eine weitere Zahl von Schaltmöglichkeiten, von denen noch eine hervorgehoben sei. Will man Röntgenröhren mit einpoliger Erdung betreiben, ein Verfahren, welches namentlich bei Glühkathodenröhren eine bedeutende Vereinfachung wegen der Zuführung des Heizstromes zu der sonst hochspannungsführenden Glühkathode bedeutet, aber auch noch andere Vorteile in sich schließt, so läßt sich mit Vorteil eine Schaltung nach Abb. 4 verwenden.



B = Beanspruchungstransformator.
H = Hochspannungstransformator.
HT = Heiztransformator.
G = Glühkathoden-Röntgenröhre.

Abb. 4.

Hierbei sind die sehr ungünstigen Beanspruchungsverhältnisse des einpolig geerdeten Hochspannungstransformators vollständig behoben. Wie die Schaltung zeigt, hat die Primärspule des Hochspannungstransformators die mittlere Spannung der Sekundärwicklung. Infolgedessen treten dieselben Beanspruchungen ein wie bei dem ungeerdeten bzw. dem in der Mitte geerdeten Transformator. In der Zeichnung ist eine gesamte Spannung von 70 kV angenommen, die Spannungsverteilung ist dort ersichtlich.

Messung der dielektrischen und Glimmverluste des gewöhnlichen und des neuen Transformators.

Die folgenden Messungen beziehen sich auf Hochspannungstransformatoren mit offenem Eisenkern (Induktortyp), welche in der alten und der neuen Schaltung eingehend von F. Dessauer untersucht wurden.

Zur Messung der Hochspannung diente ein statisches Hochspannungsvoltmeter der Bauart von Hartmann & Braun. Das Instrument hatte einen direkten Meßbereich bis 5 kV, welcher sich durch Einbau geeichter Vorschaltkondensatoren auf 20 und 45 kV erhöhen ließ.

Das Glimmen der Luft um die primäre Wicklung der Transformatoren ließ sich im verdunkelten Raume bequem durch einen Spiegel oder direkt beobachten, auch war das durch das Glimmen verursachte Geräusch vom ersten Einsetzen ab gut wahrnehmbar. Ein Vorversuch ergab, daß das Glimmen bei rd 55 kV zuerst hörbar war; bei 66 kV trat ein bläulicher Schimmer auf. Bei 75 kV war der Vorgang deutlich mit dem Auge und dem Ohr wahrnehmbar.

Zuerst versuchte Dessauer die in den Sekundärspulen auftretenden Verluste durch Messen der primären Wattaufnahme zu bestimmen. Es wurde die Wattaufnahme einmal

Digitized by Google

ohne die Sekundärspulen, einmal mit derselben gemessen, und zwar bei verschiedenen Spannungen. Dieses Verfahren gab zwar eine Bestätigung in qualitativer Hinsicht, ließ sich aber für einwandfreie Resultate nicht verwerten, da die sekundären Verluste nur Bruchteile der primär mitbestimmten Eisen- und Kupferverluste ausmachen.

(Schluß folgt.)

Mechanische Vorstellungen über die elektromagnetischen Erscheinungen.[1]

Von Professor Dr. Artur Korn, Berlin.

(Schluß von S. 365.)

Was wird nun bei dieser Auffassung unter einem elektrischen Strome zu verstehen sein? Er soll, wie wir schon hervorgehoben haben, durch translatorische Bewegung von elektrischen Teilchen entstehen; wenn ein solches Teilchen eine translatorische Bewegung ausführt, wird es bei der Voraussetzung des universellen Dralles sich gleichzeitig mit außerordentlich großer Geschwindigkeit um eine der Translationsrichtung parallele Achse drehen, oder wir können die Sache besser so fassen: Von einer großen Zahl pulsierender Teilchen welche in ungeordneter Weise um beliebige Achsen rotieren, werden sich in einer bestimmten Richtung diejenigen translatorisch bewegen, welche gerade um eine der Translationsrichtung parallele Achse rotieren. Wir können uns also von einem elektrischen Strome das Bild machen, daß in einem Stromringe positive Elektronen in der einen Richtung sich translatorisch bewegen und dabei um eine der Translationsrichtung parallele Achse rotieren, ebenso negative Elektronen in der entgegengesetzten Richtung mit einer Rotation um die entgegengesetzt gerichtete Achse.

Da die Rotationen entgegengesetzt gerichtet sind, werden die sichtbaren von diesen Rotationen erzeugten Geschwindigkeitskomponenten im Außenraume nicht zu spüren sein, wir werden aber sogleich sehen, daß durch diese Bewegungen Geschwindigkeitskomponenten

$$u_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi, \qquad v_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi, \qquad w_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi$$

entstehen können, welche sich nicht forthehen, sondern für beide Wirkungen additiv zueinander hinzutreten.

In der Tat, betrachten wir zunächst die eine Elektronenart, sagen wir die posititiven Elektronen, welche sich in dem Stromringe in der einen Richtung translatorisch bewegen und sich um eine der Translationsrichtung parallele Achse in einem bestimmten Drehungssinne drehen; da die Teilchen periodisch ihr Volumen wechseln, können sie keine konstanten Rotationsgeschwindigkeiten haben, wie bei konstantem Volumen, sondern es kommt zu ihrer großen konstanten Rotationsgeschwindigkeit noch eine schwingende Rotationsgeschwindigkeit hinzu, von derselben Periode, wie die Pulsation. Betrachten wir jetzt in derselben Weise die negativen Elektronen: Dieselben rotieren in der entgegengesetzten Richtung, wie die positiven Elektronen und erhalten wieder mit Rücksicht auf ihre Pulsation eine schwingende Rotationsgeschwindigkeit, die nun aber nicht mit der schwingenden Rotationsgeschwindigkeit der positiven Elektronen entgegengesetzt ist, mit Rücksicht auf die entgegengesetzte Phase der Pulsationen, sondern von derselben Richtung, so daß sich die schwingenden Rotationsgeschwindigkeiten der beiden Elektronenarten addieren, während sich die sehr großen konstanten Teile der Drehungsgeschwindigkeiten für die Wirkung nach außen wegheben. So ergibt sich, daß durch die von uns charakterisierte Bewegung Schwingungsgeschwindigkeiten

$$u_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi, \qquad v_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi, \qquad w_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi$$

entstehen, genau so, als ob in einer inkompressiblen Flüssigkeit schwingende Wirbelringe von der Gestalt der Stromringe vorhanden wären, und die Amplituden der Wirbelschwingungen werden den Geschwindigkeiten proportional sein, welche die Elektronen in dem Ringe besitzen, die positiven Elektronen in der einen Richtung, die negativen Elektronen in der anderen Richtung. Damit haben wir nun tatsächlich ein mechanisches Bild für die elektrischen Stromringe gewonnen:

In einem Stromringe bewegen sich die positiven Elektronen in der einen Richtung unter rascher Rotation um eine der Translationseinrichtung parallele Achse, die negativen Elektronen bewegen sich in entgegengesetzter Richtung und drehen sich in entgegengesetztem Sinne. Infolge der Pulsationen der Teilchen kommen zu den konstanten Wirbeln schwingende Wirbel hinzu; in der Wirkung nach außen heben sich die Wirkungen der konstanten Wirbel auf, während sich die Wirkungen der schwingungsartigen Wirbel addieren.

Nunmehr ergeben sich die ponderomotorischen Wechselwirkungen von Stromringen aus dem mechanischen Grundprinzip in der der Erfahrung entsprechenden Form. Auf die vollständige Ableitung der Formeln für die ponderomotorischen Kräfte, die sich ja bei der mechanischen Natur der Theorie natürlich als Drucke des Außenmediums auf die Oberfläche der Leiter ausdrücken lassen müssen, kann ich hier natürlich nicht ausführlich eingehen, ich bemerke nur, daß hier tatsächlich die Maxwellschen Drucke zu ihrem Rechte kommen; in der Tat berechnen sich die ponderomotorischen Kräfte auf einen Körper mit der Oberfläche ω so, als ob auf jedes Oberflächenelement $d\omega$ (mit der inneren Normalen ν) die Druckkomponenten

$$\frac{1}{2}\mu_0 d\omega \left\{ \frac{1}{2}(u_1^2 + v_1^2 + w_1^2)\cos(\nu x) - u_1\left(u_1\cos(\nu x) + v_1\cos(\nu y) + w_1\cos(\nu z)\right)\right\}$$

$$+ \frac{1}{2}\mu_0 d\omega \left\{ \frac{1}{2}(u_2^2 + v_2^2 + w_2^2)\cos(\nu x) - u_2\left(u_2\cos(\nu x) + v_2\cos(\nu y) + w_2\cos(\nu z)\right)\right\}, \ldots$$

wirkten. Wir haben nur zu bedenken, daß die u_2, v_2, w_2, den Maxwell-Hertzschen L, M, N proportional sind, um hieraus sofort die Maxwellschen Drucke für den Fall des Fehlens elektrostatischer Kräfte zu erhalten. Sind auch elektrostatische Wirkungen vorhanden, also nicht verschwindende u_1, v_1, w_1, so kommen noch die Druckkomponenten

$$\frac{1}{2}\mu_0 d\omega \left\{ \frac{1}{2}(u_1^2 + v_1^2 + w_1^2)\cos(\nu x) - u_1\left(u_1\cos(\nu x) + v_1\cos(\nu y) + w_1\cos(\nu z)\right)\right\}, \ldots$$

hinzu, die gleichfalls in die Maxwellschen Drucke übergehen, wenn wir bedenken, daß wir u_1, v_1, w_1 mit den Maxwell-Hertzschen X, Y, Z proportional zu setzen haben. Die Schwierigkeit, die Maxwellschen Drucke als mechanische Drucke zu deuten, welche darin bestand, beide Druckarten als von einer gleichzeitigen mechanischen Bewegung herrührend darzustellen, löst sich hier in der Weise, daß die mechanische Theorie auf die Ausdrücke

$$\mu_0 d\omega \left\{ \frac{1}{2}(\hat{u}^2 + \hat{v}^2 + \hat{w}^2)\cos(\nu x) - \hat{u}\left(\hat{u}\cos(\nu x) + \hat{v}\cos(\nu y) + \hat{w}\cos(\nu z)\right)\right\}, \ldots$$

für die Druckkräfte führt, deren Mittelwerte im Laufe einer Schwingungsdauer zu nehmen sind, abgesehen von Größen, welche bei einer solchen Mittelwertsbildung fortfallen. Bedenken wir jetzt, daß jedes

$$\hat{u} = u_1 \cos\frac{t}{T}2\pi + u_2 \sin\frac{t}{T}2\pi, \ldots$$

und — diese Formeln sind ja jedem Elektrotechniker aus der Theorie der Wechselströme geläufig:

$$\frac{1}{T}\int_t^{t+T} \cos^2\frac{t}{T}2\pi\, dt = \frac{1}{T}\int_t^{t+T} \sin^2\frac{t}{T}2\pi\, dt = \frac{1}{2},$$

$$\frac{1}{T}\int_t^{t+T} \sin\frac{t}{T}2\pi \cos\frac{t}{T}2\pi\, dt = 0,$$

so ergeben sich eben nebeneinander die Maxwellschen Druckkräfte:

Nach Ableitung der Maxwellschen Druckkräfte ergeben sich streng mathematisch alle bekannten Gesetze der ponderomotorischen Wirkungen infolge eines elektromagnetischen Feldes, alle elektrostatischen Wirkungen, alle ponderomotorischen Wechselwirkungen von Stromringen bei langsam veränderlichen Feldern, im übrigen auch leicht die EMKe, welche bei langsam veränderlichen Feldern entstehen. Zu dem Ausdruck „elektromotorische Kräfte" ist dabei folgendes zu bemerken: Die aus den Maxwellschen Drucken entspringenden Kräfte zerlegen sich in zwei Teile, von denen der eine für pulsierende Teilchen der einen Phase genau der gleiche ist, wie für pulsierende Teilchen der entgegengesetzten Phase, das sind die ponderomotorischen Kräfte, und von denen der zweite für die Teilchen der einen Phase gerade das entgegengesetzte Zeichen hat, wie für Teilchen der entgegengesetzten Phase. Die zuletzt genannten Kräfte veranlassen die positiven Teilchen, sich in der einen Richtung zu bewegen, die negativen Teilchen in der entgegengesetzten Richtung, und man kann sie daher mit Recht als die EMKe bezeichnen. Auch für diese EMKe erhalten wir bei langsam veränderlichen Feldern Ausdrücke, welche vollständig mit den früheren Theorien übereinstimmen. Zu bedenken ist natürlich, wie bei allen Theorien der elektrischen Ströme, daß erfahrungsgemäß die elektrischen Strömungen mit Wärmeerscheinungen verbunden sind, welche von einer Reibung herrühren müssen, der die Bewegung der elektrischen Teilchen in Leitern begegnet. Diese Reibung haben wir natürlich auch mechanisch zu erklären, und hierfür muß ich kurz auf die Theorie der universellen Schwingungen eingehen, welche ich gelegentlich der Theorie der Wechselwirkung pulsierender Teilchen schon gestreift hatte.

Denken wir uns in einem inkompressiblen Medium — der Äther soll für rasche Schwingungen theoretisch als inkompressibel vorausgesetzt werden — eingelagerte schwach kompressible Teilchen, als welche wir die ponderablen Teilchen betrachten wollen, so ist ein solches System, wie jedes schwach kompressible System, wie ein akustischer Resonator, gewisser Eigenschwingungen fähig, von denen natürlich zunächst nur die Grundschwingung und einige Oberschwingungen interessieren werden. Das Problem der Berech-

[1] Vortrag, gehalten in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins, Berlin, am 27. XI. 1917. Vgl. „ETZ" 1917, S. 589. Die Diskussion wird im nächsten Hefte veröffentlicht werden.

Digitized by Google

nung dieser „universellen Schwingungen", in dem einfachen Falle, daß die eingelagerten Teilchen Kugelform haben und von gleichen Dimensionen sind, ist ein ganz bestimmtes mathematisches und lösbares Problem, und wenn man dasselbe löst, kommt man zu folgendem einfachen Resultate: Die Grundschwingung eines solchen Systems besteht in Pulsationsschwingungen der einzelnen Kugeln mit gleicher Schwingungsdauer und Phase, und die Folge dieser universellen Pulsation ist die allgemeine Gravitation; von den elektrischen Teilchen unterscheiden sich diese gravitierenden Teilchen, wie wir früher andeuteten, dadurch, daß die elektrischen Teilchen ihre Pulsationsgeschwindigkeiten streng erhalten, unabhängig von der geometrischen Konfiguration, während die gravitierenden Teilchen ihre Pulsationsgeschwindigkeiten mit der Änderung der geometrischen Konfiguration ändern können. Die Schwingungsdauer der gravitierenden Teilchen soll mit der Schwingungsdauer der elektrischen Teilchen übereinstimmen, die Phase der universellen Pulsationen mit der Phase der Schwingungen

$$u_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi, \qquad v_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi, \qquad w_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi$$

des elektromagnetischen Feldes. So können gravitierende Teilchen nicht auf elektrische Teilchen wirken.

Berechnen wir nun die erste Oberschwingung der universellen Schwingungen, so ergeben sich Oszillationen der eingelagerten, schwach kompressiblen Teilchen, d. h. Bewegungen, welche nach außen gerade so wirken wie starre Teilchen, deren Mittelpunkte in einer Geraden um eine Mittellage hin- und herschwingen. Denken wir uns einen Komplex von sehr vielen solchen oszillierenden Teilchen, deren Oszillationsrichtungen ungeordnet alle beliebigen Richtungen haben, und einen zweiten Komplex solcher Teilchen, so ergibt sich, wenn wir die Kräfte berechnen, welche der eine Komplex auf den anderen ausübt, zwischen den beiden Systemen eine Abstoßungskraft umgekehrt proportional der fünften Potenz der Entfernung, wenn wir diese groß gegen die Dimensionen der einzelnen Komplexe annehmen. Das ist nun ein Gesetz, welches in der kinetischen Theorie der Gase von Maxwell benutzt wurde, um die Reibung und Wärmeleitung der Gase zu erklären. Wenn man zwischen je zwei Gasteilchen dieses Maxwellsche Gesetz voraussetzt, kann man die wichtigsten Erscheinungen der Reibung und der Wärmeerscheinungen in Gasen erklären, und man kann auch die Gleichungen der Bewegung von Medien ableiten, in denen solche Zentralkräfte zwischen den einzelnen Molekülen vorhanden sind; man erhält die Gleichungen, welche die Form der Bewegungsgleichungen reibender Flüssigkeiten bestimmen. Für die einzelnen Elektronen, welche sich in einem solchen Gemische bewegen, ergibt sich dann leicht der früher aus der Erfahrung übernommene Satz, daß die Geschwindigkeiten der Elektronen in erster Annäherung den EMKen proportional werden, es ergibt sich ferner, daß bei der Bewegung der Elektronen Wärme erzeugt wird, u. zw. eine Wärmemenge proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit der Strömung; der Proportionalitätsfaktor wird den spezifischen Widerstand des Materials charakterisieren und von der Art der mit den Elektronen verbundenen ponderablen Teilchen abhängen.

Die mathematische Durchführung dieser Grundgedanken ergibt alle Erfahrungstatsachen über die ponderomotorischen Wechselwirkungen und die Induktionswirkungen, zunächst unter der Voraussetzung, daß die Veränderungen des elektromagnetischen Feldes nicht außerordentlich rasch erfolgen; in diesem Falle, der für die Grundlegung der Optik von Bedeutung ist, ebenso auch für die Theorie der Kathodenstrahlen und ähnlicher Strahlungen, waren natürlich noch besondere Schwierigkeiten zu überwinden, ich will mich in bezug hierauf auf die Bemerkung beschränken, daß die mechanische Theorie von der Lorentzschen und der Relativitätstheorie abrückend sich mehr den Maxwell-Hertzschen Entwicklungen nähert. Bezüglich der Auffassung der Lichterscheinungen wird es nützlich sein, hervorzuheben, daß die Lichtvektoren, welche in der elektromagnetischen Lichttheorie mit

$$(X, Y, Z) \text{ oder } (L, M, N)$$

proportional sind, natürlich in der mechanischen Theorie den Größen

$$(u_1, v_1, w_1) \text{ oder } (u_2, v_2, w_2)$$

proportional werden, so daß an einer Stelle, an welcher Lichtschwingungen fortgepflanzt werden, z. B. von einer Farbe mit der Schwingungsdauer τ, u_1, v_1, w_1 z. B. von der Form werden

$$u_1 = u_{11} \cos \frac{t}{\tau} 2\pi + u_{12} \sin \frac{t}{\tau} 2\pi, \quad \ldots$$

(τ noch sehr groß gegen T);

solche Felder können nun dadurch hervorgerufen werden, daß elektrische Teilchen mit der Schwingungsdauer τ um Mittellagen mechanische Schwingungen ausführen, und wir gelangen damit zu einer mit der elektromagnetischen Lichttheorie übereinstimmenden Auffassung, daß Lichterscheinungen im allgemeinen durch mechanische Schwingungen von Elektronen hervorgerufen zu denken sind, wir haben aber wieder den Vorteil, daß alles rein mechanisch interpretiert wird.

Eine kurze Bemerkung möchte ich noch darüber hinzufügen, wie ich mir die Entstehung sogenannter permanenter, magnetischer Teilchen denke. Wenn wir die Ampèresche Auffassung übernehmen, nach welcher magnetische Teilchen als kleine Stromringe zu denken sind, sind wir ohne weiteres in den Stand gesetzt, auch sogleich alle ponderomotorischen und elektromotorischen Wechselwirkungen zwischen magnetischen Teilchen und elektrischen Strömen abzuleiten, und es ist auch der Weg vorgezeichnet, auf welchem eine Theorie des induzierten Magnetismus ohne jede Schwierigkeit vorzugehen hat; nur eine prinzipielle Schwierigkeit bleibt zu erledigen: Während im allgemeinen elektrische Strömungen mit erheblichen Reibungserscheinungen verbunden sind, so daß dieselben, falls sie nicht durch fortdauernde Zuführung von Energie erhalten werden, rasch abklingen, darf dies für elektrische Strömungen, welche die sogenannten permanenten, magnetischen Teilchen bilden, nicht der Fall sein. Meine Auffassung ist nun die, daß für die Entstehung der Schwingungen, welche den permanenten, magnetischen Teilchen eigen sind, die Pulsationen der allgemeinen Gravitation heranzuziehen sind. Wenn wir, wie ich dies schon an einer früheren Stelle gefordert habe, die Geschwindigkeiten der Gravitationspulsationen von der Phase der

$$u_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi, \qquad v_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi, \qquad w_2 \sin \frac{t}{T} 2\pi$$

voraussetzen, dann werden ponderable Teilchen, welche außer diesen Pulsationen noch mit sehr raschen Rotationen um irgend eine Achse begabt sind, an ihren Oberflächen, da ja das Trägheitsmoment infolge der Pulsationen periodisch wechselt, keine konstanten Umlaufgeschwindigkeiten haben, sondern es werden zu den konstanten Umlaufsgeschwindigkeiten noch schwingende mit der Phase der

$$u_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi; \qquad v_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi, \qquad w_1 \cos \frac{t}{T} 2\pi$$

hinzutreten, d. h. es treten an der Oberfläche rotierender, pulsierender Teilchen, wenn es sich bei den Pulsationen um die Phase der Gravitationspulsationen handelt, elektrische Komponenten X, Y, Z auf, welche Elektronen der einen Art in dem einen Sinne, Elektronen der anderen Art in dem entgegengesetzten Sinne um die Rotationsachse in Umlauf setzen. Es zeigt sich also, daß rasch rotierende ponderable Teilchen die mit ihnen verbundenen Elektronen zu magnetischen Teilchen machen, deren Achsen mit der Rotationsachse zusammenfallen. Hierdurch wird eine alte, im besonderen von Faraday und Maxwell gelegentlich ausgesprochene Vermutung auf eine strenge mechanische Grundlage gestellt. Auf meine damit zusammenhängende Erklärung des Erdmagnetismus brauche ich nur andeutungsweise hinzuweisen.

Ich habe damit die Grundlagen meiner mechanischen Auffassungen des elektromagnetischen Feldes dargelegt, soweit dies möglich ist, ohne ausgedehnte mathematische Entwicklungen zu benutzen, in bezug auf welche ich natürlich auf meine ausführlichen mathematischen Untersuchungen verweisen muß[1]); ich glaube, daß ein gutes Zeugnis für die Anschaulichkeit dieser Auffassungen darin erblickt werden kann, daß es überhaupt möglich ist, die Grundlagen in verhältnismäßig einfacher Weise, ohne größere mathematische Hilfsmittel, dem Verständnis näher zu bringen.

Um das Ziel der einheitlichen, mechanischen Darstellung zu erreichen, habe ich lediglich eine prinzipielle Neuerung in der Mechanik einführen müssen, die Korrektur der Individualität, welche zum Ausdruck bringt, daß die Elementarteilchen der die elektrischen Teilchen und den Äther zusammensetzenden Materie sich gegen die Aufnahme und Abgabe von Schwingungsenergie zur Wehr setzen, um so mehr, je kleiner ceteris paribus die Schwingungsdauer der Schwingungen ist; das ist eine Korrektur, welche für die gewöhnliche Mechanik nicht in Betracht kommt, da wir es dort nicht mit Schwingungen so kleiner Schwingungsdauer zu tun haben, eine Korrektur, die auch sonst für die konsequente Durchführung einer einheitlichen Naturphilosophie gefordert wird. Wie könnten wir uns sonst die Erhaltung der chemischen Stoffe denken, die Erhaltung der Mechanismen im Molekül, ganz abgesehen von allen psychologischen Spekulationen? Die ihre Individualität verteidigenden Elementarteilchen können ein Symbol werden für ein aufgehendes Zeitalter, in welchem die Verteidigung der Individualität gegen äußeren Zwang keinen kleinen Platz einnehmen wird; es möge eine gute Vorbedeutung sein, daß gerade die Einführung einer der Verteidigung der Individualität entsprechenden Korrektur den Fortschritt gestattete, welcher in der rein mechanischen Auffassung aller elektrischen, magnetischen und optischen Erscheinungen zum Ausdruck kommt!

[1]) Im besonderen verweise ich auf meine Abhandlungen in der „Physikalischen Zeitschrift" 1917 und 1918.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Vergleichende Versuche an Audionen.

[Electrician Bd. 80, S. 636, 3 Sp., 3 Abb.]

Als Ergänzung seiner theoretischen Arbeit über Audione untersucht Vallauri das Verhalten von 5 verschiedenen Audionen in Bezug auf Verstärkung, Schwingungserzeugung und Detektorwirkung und stellt seine Messungen in einer Reihe von Kurven zusammen.

Die Heizung des Glühfadens wurde so gewählt, daß immer das Verhältnis: Widerstand des kalten Fadens zum Widerstand des warmen Fadens konstant blieb. Die statischen Charakteristiken der 5 Audione (Anodenstrom in Abhängigkeit vom Gitterpotential)[2]) waren sehr ähnlich. Eine Charakteristik zeigte starke Hysterese, d. h. der Ast der mit zunehmendem

[2]) „ETZ" 1918, S. 266.

Digitized by Google

Gitterpotential aufgenommenen Kurve liegt tiefer als der mit abnehmendem aufgenommenen. Arbeitet das Audion als Generator, so setzen bei bestimmtem Gitterpotential die Schwingungen plötzlich ein und hören ebenso plötzlich auf. Die größte Energie erhält man in dem Punkte der größten Krümmung der Charakteristik. Die maximalen Schwingungsenergien der verschiedenen Audione zeigten Unterschiede wie 1:10. Die Audione, als Detektor verwendet, gaben noch größere Unterschiede. Die maximale Empfindlichkeit war immer dort, wo die statische Charakteristik die größte Krümmung hat. Alterungserscheinungen wurden nur bei einem der 5 Audione beobachtet, u. zw. bei jenem, welches in der statischen Charakteristik die merkbare Hysterese zeigte. Die Untersuchungen sind insofern von geringerer Bedeutung, als der Gaszustand der Audione nicht untersucht wurde und Angaben über die Form und Lage der Elektroden fehlen. *M.*

Englische Frauen im Funkerdienst der Regierung.

[L'Industrie Electrique, Bd. 27, S. 62.]

Die britische Regierung sucht gegenwärtig Frauen zur Bedienung ihrer Funkspruchstellen. Nach den Veröffentlichungen in der Presse werden Frauen im Alter von 18 bis 40 Jahren für diesen Dienst dringend gebraucht. Die Anwärterinnen werden in den Lehranstalten des Polytechnikums in der Regent Street unterrichtet. Die Dauer der Ausbildung beträgt 6 Wochen. Während dieser Zeit erhalten die Anwärterinnen eine Vergütung von 25 Schilling die Woche. *Kz.*

Drahtlose Verbindung zwischen San Diego und Peking.

[Journal Télégraphique, Bd. 42, S. 63.]

„Electrical Review" berichtet nach der „Daily Mail", daß eine funkentelegraphische Verbindung zwischen San Diego (Kalifornien) und Peking geschaffen worden ist, durch die die amerikanische Gesandtschaft täglich Nachrichten übermittelt. Die Entfernung zwischen beiden Plätzen beträgt ungefähr 12 100 km. *Rp.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Die Erzeugung sinusförmiger Spannungskurven bei Turbodynamos.

[K. Sachs, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 33, S. 601.]

Bei Turbodynamos mit walzenförmigem Rotor und in den gefrästen Nuten verteilten Erregerspulen, die sich — wie bei der Bauart Brown, Boveri — auf $^2/_3$ der Polteilung erstrecken, erhält man Feldkurven, die nur mehr Oberwellen der Ordnung $6m \pm 1$ enthalten. Wird die Unterbringung der erregenden Amperewindungen auf $^2/_3$ der Polteilung nicht möglich, so ist vorgeschlagen worden, den bewickelten Bogen größer zu nehmen und die zur Polmitte zu gelegenen Nuten seichter zu stanzen und weniger zu bewickeln. Diese Wicklung ist aber nicht nur schwer herzustellen, sie bringt auch eine ausgeprägte Oberwellen niederer Ordnung enthaltende Feldkurve hervor. K. Sachs versucht daher, die Bedingungen für die Bemessung einer zweistufigen Wicklung festzustellen, die der eingangs erwähnten Bauart zumindest gleichwertig ist. Von q Nuten f. d. Pol seien p Nuten mit n Drähten, der Rest $q - p$ mit $1/\beta \cdot n$ Drähten bewickelt; die allgemeine Feldform ist durch das Doppeltrapez (Abb. 1) dargestellt. Als Summe der

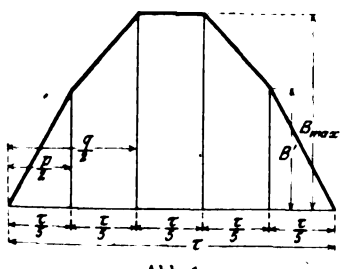


Abb. 1.

Harmonischen aufgestellt, lautet die Gleichung für die Feldkurve

$$y = \frac{8\,B_{max.}}{\pi\,[q + (\beta - 1)]} \left\{ \left[\sin q/2 + (\beta - 1) \sin p/2 \right] \sin x + \frac{1}{9} \left[\sin 3\,q/2 + (\beta - 1) \sin 3\,p/2 \right] \sin 3\,x + \frac{1}{25} \left[\sin 5\,q/2 + (\beta - 1) \sin 5\,p/2 \right] \sin 5\,x + \ldots \right\}$$

Setzt man $q/\pi = \lambda$ und $p/q = \mu$, so ist die Bedingung, daß die dritte, fünfte, siebente usw. Harmonische verschwindet:

$$\frac{\sin \frac{3}{2}\lambda\pi}{\sin \frac{3}{2}\mu\lambda\pi} = \frac{\sin \frac{5}{2}\lambda\pi}{\sin \frac{5}{2}\mu\lambda\pi} = \frac{\sin \frac{7}{2}\lambda\mu}{\sin \frac{7}{2}\mu\lambda\pi}.$$

Die Lösung dieser Gleichung gibt für $\sin^2 \frac{\lambda\pi}{2} = 0{,}90451$ und für $\sin^2 \frac{\lambda\mu\pi}{2} = 0{,}34549$; also ist $\frac{\lambda\pi}{2} = 72^0$ und $\frac{\lambda\mu\pi}{2} = 36^0$, mithin $\lambda = 0{,}8$ und $\mu = 0{,}5$. Der Wert von β erhebt sich zu $\beta = 1{,}61803$. Die bewickelten Nuten umspannen $80\,\% = {}^4/_5$ des Polbogens, sie sind zur Hälfte voll, zur Hälfte zu $1/\beta$ bewickelt. Nach Abb. 2 sind f. d. Pol 12 Nuten vorhan-

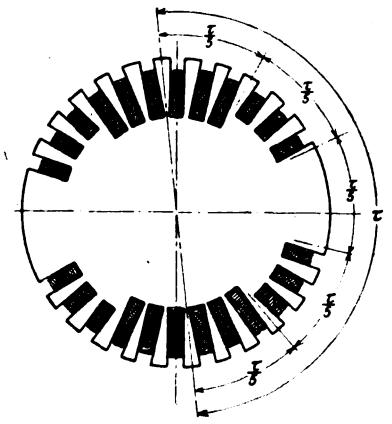


Abb. 2.

den; 6 Nuten enthalten je 13 Drähte und 6 Nuten je 21 Drähte. Die Rechnung zeigt, daß allgemein die Oberwellen der Ordnung $5(2m - 1)$ und $5(2m - 1) \pm 2$ verschwinden und nur die der Ordnung $10m \pm 1$ übrig bleiben. Ein Vergleich mit der reinen Sinuskurve zeigt:

	Neue Feldkurve	Sinuskurve
Scheitelfaktor .	1,3899	1,4142
Füllfaktor . . .	0,6472	0,6366

Die Unterschiede sind also gering; auch die Kappschen Faktoren sind bei größeren Nutenzahlen bei beiden Kurven völlig gleich. *Ght.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein neues Meßinstrument zur direkten Analyse von Wechselströmen.

[A. Roth. Arch. f. Elektrotechn., Bd. 6, S. 359.]

An Hand von Theorie und Versuchen wird gezeigt, daß es möglich ist, unter Zuhilfenahme von parallel geschalteten Schwingungskreisen mit verschiedener Eigenfrequenz und eines zu dem Zweck geeigneten Dynamometers ein Meßgerät zu schaffen, welches die Oberschwingungen von Wechselströmen und -spannungen in Prozenten der Grundwelle unmittelbar anzeigt. Seine Handhabung ist sehr einfach. Es kann, da Anschluß an Strom- und Spannungswandler zulässig ist, auch unmittelbar zur Messung in Hochspannungsnetzen verwendet werden.

Das Meßgerät liefert zuverlässige Werte für Oberwellen, die größer sind als 1 bis 1,5% der Grundwelle. Die Meßgenauigkeit ist dort ungefähr $^1/_3$ bis $^1/_4$ des Eigenwertes. Mit der Größe der gemessenen Oberwelle nimmt sie aber sehr rasch zu und erreicht bald die normale Genauigkeit von technischen Meßgeräten mit Fadenaufhängung. Damit wird das beschriebene Verfahren von dem Des Coudresschen für kleine Werte (unter 2%) an Genauigkeit erheblich übertroffen, es erlaubt auch nicht die Messung der Phasenwinkel zwischen Grund- und Oberwellen. Dafür darf wohl behauptet werden, daß es die bekannten Verfahren an Einfachheit der Handhabung und Raschheit der Aufnahme übertrifft. Das Dynamometer ist trotz seiner Empfindlichkeit leicht tragbar; das Anlegen des Meßgerätes an den zu analysierenden Strom oder die Spannung ist ebenso einfach wie für einen Strom- bzw. Spannungsmesser.

Materialkunde.

Untersuchung von Hartgummi-Ersatzstoffen.[1])

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt macht folgendes bekannt:

In der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt sind die Untersuchungen von Hartgummi-Ersatzstoffen auf ihre Brauchbarkeit im Apparatebau von Prof. Dr. Wagner fortgesetzt worden. Die Ergebnisse sind in einer Druckschrift „Untersuchung von Hartgummi-Ersatzstoffen, II. Teil" zusammengestellt, welche den in Frage kommenden Militär- und Zivilbehörden zur Verfügung gestellt ist. Die Druckschrift kann auf Antrag gegen Erstattung von 1,50 M auch vertrauenswürdigen Firmen überlassen werden, wenn sie sich verpflichten, diese vertrauliche Druckschrift nicht aus der Hand zu geben und sie nicht zu Propagandazwecken oder zur Herabsetzung der Fabrikate anderer zu benutzen.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Verband Württembergischer Stromabnehmer.

Die Württembergische Industrie hat die Nöte des Krieges in der Zufuhr von Brennstoffen und die Schwierigkeiten, die sich infolge hiervon auch bei der Versorgung mit elektrischer Kraft ergeben, auf Grund der geographischen Lage des Landes und des Mangels an Rohstoffen in Württemberg selber mehr zu empfinden als die Gewerbezweige in anderen Teilen des Reiches. In den interessierten Kreisen hat deshalb eine lebhafte Bewegung eingesetzt, mit allen Mitteln nach einer Verbesserung und einem Ausbau der Stromerzeugung in Württemberg zu streben, in der Erkenntnis, daß die gewerblichen Erzeugungsmöglichkeiten durch eine großzügige Ausgestaltung des elektrischen Versorgungsnetzes gehoben werden.

Zu gleicher Zeit, als die Kgl. Zentralstelle für Gewerbe und Handel sich mit der Angelegenheit befaßte, haben neben dem Württ. Bezirksverein Deutscher Ingenieure und den Elektrizitätswerken auch Kreise der Strombezieher eingehend die Frage erörtert. Es wurde ein Verband Württembergischer Stromabnehmer e. V. mit dem Sitz in Göppingen gegründet. Sein Zweck ist, die gemeinsamen Interessen der Abnehmer elektrischer Kraft in Württemberg zu wahren und zu fördern, mit allen die elektrische Versorgung in Württemberg betreffenden Angelegenheiten sich zu beschäftigen und zu einer befriedigenden und möglichst einheitlichen Regelung der Beziehungen zwischen Stromerzeuger und Stromabnehmer beizutragen.

In der praktischen Behandlung der Stromfrage wurde eine entscheidende Mitwirkung des Staates als unabweislich bezeichnet und von dem Verband die Forderung erhoben, daß die Schaffung der elektrischen Großwirtschaft möglichst rasch in die Wege geleitet werde, sowie daß bei Aufstellung der Pläne wie auch bei der späteren Durchführung die Stromabnehmer selbst als die am meisten Beteiligten nicht nur mitberatend, sondern auch mitbeschließend herangezogen werden sollen.

Es ist zu erwarten, daß durch ein tatkräftiges Zusammenarbeiten der württ. Behörden mit diesem neuen Verband die Frage einer württ. Großwirtschaft in der Kraftversorgung eine wirksame Förderung erhält.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9820, zu richten.)

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 26. II. 1918[2]).

Mitteilung des Herrn Dr. Beckmann:

„Die Arbeitstherapie von Kriegsbeschädigten".

Da ich bereits im Mai 1916 im Elektrotechnischen Verein einen Vortrag über die Wiederertüchtigung schwerbeschädigter Industriearbeiter gehalten habe[3]), so möchte ich heute nur kurz das Wichtigste über die damals ausführlicher erörterte Frage hier bringen.

Bei der stets noch wachsenden Zahl der Kriegsbeschädigten ist es nicht mehr angängig, es dem guten Willen einzelner Arbeitgeber und der besonderen Energie oder Geschicklichkeit

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917, S. 390.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 121.
[3]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 221, 466, 484, 504.

Digitized by Google

einzelner Kriegsbeschädigter zu überlassen, ob und wie ein Verletzter zurecht kommt, und wie er sich seinen Arbeitsaufgaben gegenüber mit seiner Beschädigung abfindet.

Der Kriegsbeschädigte darf erwarten, daß wir uns ernstlich um ihn, den einzelnen, bemühen, und das Gemeinwohl verlangt, daß wir versuchen, die gewaltige Zahl halber Arbeitskräfte zu wertvollem Ganzen zu fügen und unserer Volkswirtschaft zu erhalten. Wir dürfen nicht das der Mildtätigkeit oder dem guten Willen überlassen, was nur ernste und einheitliche Arbeit befriedigend hinauszuführen vermag.

Dabei handelt es sich aber nur um die Schwerverletzten, die unserer Hilfe bedürfen, die also große Beschädigungen erlitten haben und dadurch zunächst teilweise oder ganz gehindert scheinen, wieder nutzbringende Arbeit wie früher zu tun. Sollen die Arbeitskräfte auch dieser wiedergewonnen werden, so bedürfen sie besonderer Anleitung einer gewissen Wiederertüchtigung für das Berufsleben.

Zwar streben die Leute zum großen Teil bekanntlich nach Ruheposten aller Art, nach bequemen Staatsstellungen, wie sie sich das ausdenken, und wenn die nicht nach Wunsch zu haben sind, nach Pförtner- oder Aufseherstellen.

Da es soviel Pöstchen gar nicht gibt, auch die Leute darin auf die Dauer sicherlich oft durch Arbeit und Zahlung unbefriedigt bleiben, und da wir ferner auch alle Kräfte für den Wiederaufbau gebrauchen, so verlangt das wohlverstandene Interesse des Vaterlandes und auch der Leute selbst gebieterisch, daß wir mit Ernst und Nachdruck versuchen, möglichst jeden zur segensreichen Arbeit zurückzuführen.

Diese Rückführung ist im allgemeinen nur durch praktische Arbeitsbetätigung möglich, dadurch, daß dem Arbeiter Gelegenheit gegeben wird, an seiner Berufsarbeit selbst zu lernen, die vorhandenen Hemmungen möglichst durch gesteigerte Geschicklichkeit auszugleichen.

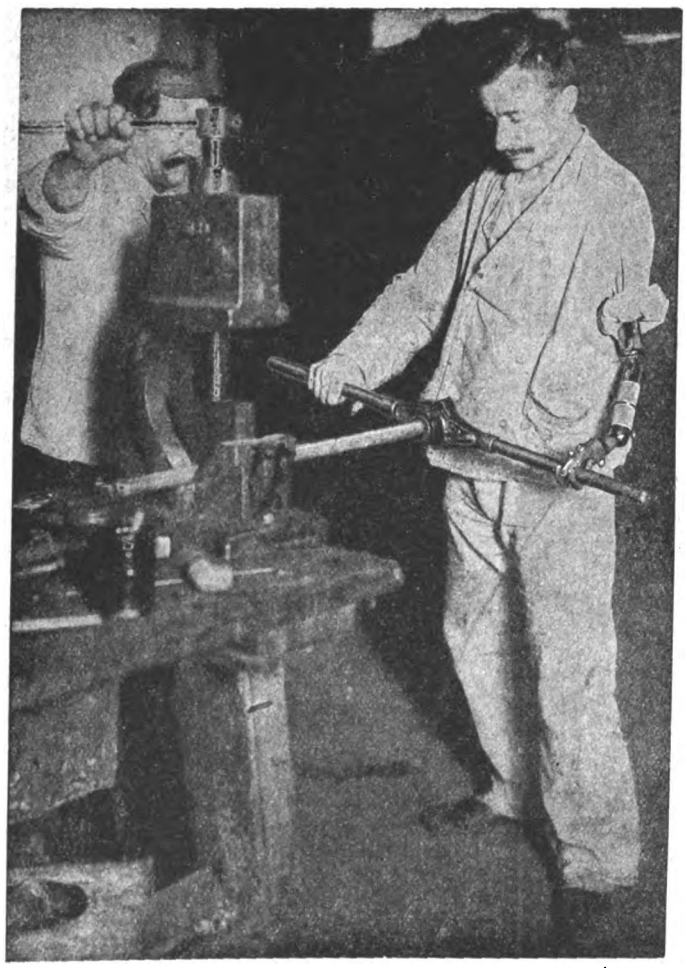


Abb. 1. Armamputierter Rohrleger.

Natürlich aber hat auch das seine Grenzen, die nicht beliebig verschoben werden können. Das müssen wir zugestehen und dürfen nicht Unmögliches von den Schwerbeschädigten verlangen. Ebenso auch müssen wir uns darüber klar sein, daß es gewisse Arbeiten, ja ganze Berufe gibt, die Schwerbeschädigten trotz aller Mühe verschlossen bleiben. Ein Bauhandwerker, ein Maurer, Zimmermann, Dachdecker kann nicht mehr in seinem Berufe bleiben, wenn er schwere Verletzung des Armes, des Beines oder Kopfes erlitten hat. Wir kommen auch darüber nicht hinweg, daß leider fast alle Handwerke sich nicht annähernd mehr voll von Schwerverletzten ausüben lassen; es bleibt nichts anderes übrig, wir müssen in vielen Fällen verzichten und einschränken, einzelne Berufe müssen ganz verlassen werden, andere können nur zum Teil noch ausgeübt werden. Anderseits

Abb. 2. Armamputierter an der Drehbank.

aber läßt sich doch auch feststellen, daß es mannigfache Teilaufgaben gibt, die auch ein Schwerbeschädigter noch nutzbringend, fast wie ein Gesunder auszuführen vermag. Es kommt da nicht bloß darauf an, dem Manne Geschicklichkeit zu vermitteln, sondern auch ihn für besonders geeignete Teilaufgaben einzuarbeiten, endlich aber noch, ihm Selbstvertrauen zur eigenen Arbeitskraft wiederzugeben. Dabei aber ist wichtiger als allgemeine Geschicklichkeit die geeignete Auswahl der Teilaufgaben, wichtiger aber noch als diese das Wiedergewinnen des Selbstvertrauens bei dem Manne.

Wenn nun manche Arbeitsgebiete wegfallen für Einstellung Schwerbeschädigter, so werden andere um so geräumiger zu gestalten sein.

Die Arbeit in der Fabrik gibt nun in besonders glücklichem Maße Möglichkeiten mancher Art, um Schwerbeschädigte so zu beschäftigen, daß sie trotz schwerer Hemmungen doch imstande sind, viele Teilaufgaben noch nutzbringend durchzuführen. Infolge regster Mitarbeit der Industrie, besonders auch der Betriebsbeamten, ist das, was auf diesem Gebiete erreicht wurde, vielfach vorbildlich für die Kriegsbeschädigtenfürsorge auch auf anderen Gebieten geworden.

Bereits im Frühjahr 1916 hat der Elektrotechnische Verein für diese Wiederertüchtigung schwerverletzter Industriearbeiter gute Leitsätze aufgestellt, die noch heute voll an ihrem Platze sind. Darnach sollen die Schwerbeschädigten noch während der Lazarettzeit Gelegenheit bekommen, sich in Fabriken an den laufenden Betriebsarbeiten unter Aufsicht der Betriebsbeamten zwischen Gesunden wieder einzuarbeiten. Sie erhalten während dieser Zeit zunächst einen guten Mindeststundenlohn, sobald sie imstande sind, Akkord zu arbeiten, die gleiche Zahlung wie die Gesunden. Arbeit und Lohn wirken beide anlockend und belebend, so daß es in den meisten Fällen gelungen ist, trotz schwerster Beschädigung doch wieder zufriedene, frohschaffende Leute aus den Schwerbeschädigten zu machen.

Zuerst hat den Versuch zu solcher Arbeitsbehandlung Schwerbeschädigter während der Lazarettzeit die Accumulatoren-Fabrik A. G. gemacht, indem sie Herbst 1915 in der erwähnten Weise 30 Schwerbeschädigte einstellte und im Betriebe mitarbeiten ließ, bis sie genügend eingearbeitet erschienen, zur Entlassung kommen und durch andere ersetzt werden konnten. Dieser erste Versuch bewährte sich aufs beste, wurde dauernd fortgeführt, und in ganz ähnlicher Weise haben später zahlreiche Firmen besonders auch gerade der Elektrotechnik ähnliche Einarbeitung der Schwerverletzten unternommen.

Abb. 3. Handamputierter an der Setzmaschine.

Einige Lichtbildaufnahmen aus der Arbeit möchte ich nun hier vorführen, dabei aber ausdrücklich bemerken: es handelt sich dabei nicht um gestellte Aufnahmen, sondern um Bilder aus der praktischen Arbeit. (Abb. 1 bis 4.)

Abb. 4. Handamputierter Maschinensetzer bei einer Reparatur.

Nun ist es aber bei den Schwerbeschädigten natürlich nicht nur die Aufgabe, die Leute während der Lazarettzeit einzuarbeiten, sondern ebenso sehr, gewissermaßen als Probe auf das Exempel auch, sie endlich zu praktischer, nützlicher Arbeit befriedigend einzustellen, wenn sie entlassen sind. Auch bei Durchführung dieser oft schwierigen Aufgabe sind die Firmen der Elektrotechnik in vorbildlicher Weise bemüht gewesen, nach Kräften mitzuhelfen.

Ich habe kürzlich bei über 40 Großfirmen eine Rundfrage über Beschäftigung von Schwerbeschädigten gehalten. Wenn zwar auch überall unverkennbar Interesse für die Schwerverletzten vorherrscht, so ist doch die insgesamt eingestellte Zahl noch recht gering. Nach meiner Schätzung kommt etwa auf 480 gesunde Arbeitskräfte ein Schwerbeschädigter, auf 2000 Gesunde nur ein Armamputierter. Vieles kann noch geschehen, ohne daß dadurch die Betriebe nennenswert gehindert würden, und ich möchte diese Gelegenheit, wo so manche

Digitized by Google

Herren aus der Industrie hier zugegen sind, die in außerordentlichem Maße fördernd wirken können, nicht vorübergehen lassen, um auch Sie zu bitten, mitzuhelfen, unseren Schwerbeschädigten ihr hartes Los nach Kräften zu erleichtern, ihnen wieder geeignete Arbeit und Verdienst zu verschaffen.

Diese baldige und wirklich zweckmäßige Wiedereinstellung der Leute ist eine Volksaufgabe, die nicht nur deswegen bedeutungsvoll ist, weil es sich dabei um große Volksteile handelt, die in heutiger Zeit der Menschenökonomie größte Werte haben, sondern vor allem auch, weil es hohe Pflichten zu erfüllen gilt, die wir als Volk und als Einzelner den Schwerbeschädigten gegenüber haben und die wir ernstlich und gründlich erfüllen wollen.

An die Mitteilung schloß sich folgende Diskussion:

Vorsitzender: Ich möchte fragen: Es scheint nach den gezeigten Bildern, als ob der Krukenberg-Arm sogar bewegliche Knochen hat.

Herr **Beckmann**: Wir haben beim menschlichen Arm die sogenannte Pro- und Supinationsfähigkeit, durch welche wir in der Lage sind, den Unterarm um seine Achse, um etwa 180° zu drehen. Die Drehung findet statt in der Art, daß sich die Speiche um die sich mäßig drehende Elle dreht. Diese Bewegungsfähigkeit der Knochen verbleibt nach der Spaltung wie bei der gesunden Hand, so daß also der Mann nach wie vor mit der Speiche um die Elle zu drehen vermag. Außerdem aber hat er noch die Möglichkeit, nach Art der Scheere die Knochen voneinander zu bewegen; er hat also die Möglichkeit des Aufklappens und die des Drehens, also eine doppelte Bewegungsfähigkeit. Wie diese Bewegung des Aufklappens stattfindet, ist physiologisch noch nicht ergründet. Es werden von Krukenberg dabei Muskelüberpflanzungen vorgenommen. (Abb. 5 und 6.)

Abb. 5. Handamputierter, nach Dr. Krukenberg operiert.

Schriftlich wurde weiter noch von Herrn E. Wandeberg angefragt: ob der Stumpf außerhalb der Arbeitsstätte mit einer besonders gearbeiteten Zierhand versehen würde, die ihn befähigte, durch Lagenänderung der beweglichen Knochen leichte Arbeiten zu verrichten und so im Sinne der Verstümmelten die Tatsache der erlittenen Beschädigung Fernstehenden zu verschleiern.

Herr **Beckmann**: Eine solche Schönheitshand wurde in der Tat hergestellt, u. zw. hat ein besonders gutes Modell darin Herr Prof. Biesalski in Gestalt der Fischer-Hand geliefert. Diese Hand ermöglicht durch Beweglichkeit der Finger ein Zugreifen und Festhalten. Die Finger werden gesteuert durch die Drehbewegung der Speiche. Das Greifen und Halten geht sehr geschickt vor sich. Die ästhetische Wirkung ist eine vorzügliche. Dazu ist aber weiter noch zu bemerken, daß dann naturgemäß der große Vorteil verloren geht, den die Operation an sich bietet und der in erster Linie darin zu suchen ist, daß der Stumpf Gefühl und eine außerordentliche Weichheit beim Anpassen und Zugreifen hat, wie das im Filmbild zu sehen war, so sehr, daß es dem Greifen mit der natürlichen Hand sehr nahe kommt.

Herr **Zehme**: Ich möchte Herrn Dr. Beckmann fragen, ob die Beschäftigung dieser Beschädigten nicht den Werkzeugmaschinenbauer angeregt hat, seine Maschinen etwas zu ändern, soweit sie von Beschädigten bedient werden sollen. Ich kann mir z. B. denken, daß man an einer Werkzeugmaschine einen Fußantrieb für eine Bewegung einrichten könnte, die sonst nur mittels der zweiten Hand vorzunehmen wäre. Man wird also, wenn man in dieser Richtung vorgeht, manche Maschinen für Kriegsbeschädigte besonders einrichten können.

Herr **Beckmann**: Eine Umänderung der Maschinen ist bis jetzt nur in sehr geringem Maße für Schwerbeschädigte erfolgt. Kleinere Änderungen nehmen die Leute meist selbst vor. Zum Beispiel ist es mehrfach zu beobachten, daß sie sich eine Bohrmaschine, die mit Handhebel zu bedienen ist, in der Art umbauen, daß sie einen Draht anbringen und dann den Hebel mit Fußbetrieb bedienen. Sie bekommen nach kurzer Zeit auch gutes Gefühl in den Fuß für die Betätigung des Hebels.

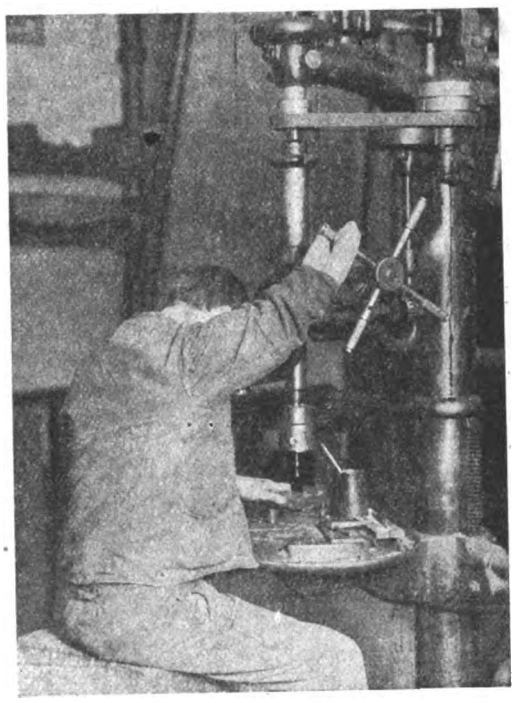


Abb. 6. Nach Dr. Krukenberg Operierter an der Bohrmaschine.

Größere und allgemeinere Maschinenänderungen sind in diesem Sinne kaum ausgeführt, sind wohl auch deswegen nicht empfehlenswert, weil dann Beschädigte nur an der so geänderten Maschine arbeiten könnten und eine Freizügigkeit der Leute ziemlich ausgeschlossen wäre. Empfehlenswert ist es jedenfalls, daß die Leute sich den vorhandenen Maschinen anzupassen suchen, statt umgekehrt.

Vielleicht ist Herr Zehme auf diesen Gedanken gekommen, als er das Bild sah, auf welchem ein Armamputierter mit dem Stumpf den Reitstock der Gewindeschneidemaschine vorschiebt. Bei der gleichen Maschine sagte mir früher bereits jemand, als er sich diese Maschine in natura ansah, das läßt sich vorteilhaft sicherlich so umändern, daß man dem Manne Fußbetrieb statt Bewegung durch die Hand einrichtet, und das würde eine wesentliche Erleichterung für ihn bedeuten.

So richtig der Gedanke an sich ist, stimme ich ihm doch gerade für den vorliegenden Fall deshalb nicht zu, weil hier die Arbeit von einem entlassenen Mann während der Lazarettzeit als Arbeitsbehandlung geschieht. Sie soll also vor allem auch noch den Zweck haben, den Arm des Mannes möglichst zu üben. Er soll zwangsweise dazu gebracht werden, den Stumpf zur Arbeit heranzuziehen, und das würde man dadurch erreichen, daß ihm Gelegenheit und Zwang gegeben wurde, den Reitstock der Maschine immer wiederholt wohl tausend Mal täglich zu bedienen. Natürlich hatte der Mann anfangs große Muskelschmerzen, aber er hat das überwunden und dadurch wesentliche Steigerung seiner Muskelkraft erlangt. Man muß also bei der Anbringung solcher Hilfsmittel unterscheiden zwischen der Arbeitsschulung und der endgültigen Stellung und Beschäftigung des Mannes. Ich würde sicherlich nichts dagegen einzuwenden haben, wenn der Mann sich selbst oder die Fabrik ihm, nachdem er endgültig entlassen ist und sich sein Brot verdienen muß, die Maschine in der von Herrn Zehme angedeuteten Weise umbauen würde.

(Schluß folgt.)

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

W. Behrend, bisher Prokurist der A. E. G. Berlin ist in den Vorstand der zum Frankonia-Konzern gehörenden Metallwarenfabriken, nämlich der Frankonia A. G. vorm. Albert Frank, Beierfeld-Berlin, sowie der Berliner Metallwarenfabrik H. A. Jürst & Co., A. G., Berlin-Adlershof, und der Frankonia-Delco G. m. b. H. für Automobilbeleuchtung eingetreten.

E. Lampe †. Am 4. September starb plötzlich in Berlin der Geh. Reg.-Rat D. Dr. Dr.-Ing. h. c. Emil Lampe, Professor der Mathematik an der Berliner Technischen Hochschule, im 78. Lebensjahre. Alle, die zu Füßen des Verstorbenen gesessen haben, werden von der Trauerbotschaft schmerzlichst berührt sein; denn ein ganz hervorragender Lehrer, der es wie selten einer verstand, seine Hörer selbst bei den schwierigsten Problemen zu fesseln und zu zeigen, wie die höhere Mathematik sich in der Physik und den Ingenieurwissenschaften verwenden läßt, ohne daß er sie etwa zum einfachen Handwerkzeug erniedrigte, ist mit ihm dahingegangen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Technische Abende im Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht in Berlin.

Heft 1: Die Bedeutung der Persönlichkeit für die industrielle Entwicklung. Von Prof. C. Matschoss. 23 S. in 8°.

Heft 4: Handarbeit und Massenerzeugnis. Von Geh. Reg.-Rat Dr.-Ing. H. Muthesius. 30 S. in 8°. Verlag von S. Mittler & Sohn. Berlin 1917. Preis jedes Heftes 0,50 M.

Wirft man einen Blick in die Geschichte der Technik, so erkennt man bald, daß die Technik das Leben nicht nur bequemer und äußerlich reicher macht, sondern daß sie es auch zu vertiefen versteht und innere Werte schafft, die aus dem technischen Schaffen, aus technischer Geistes- und Handarbeit hervorquellen. Man erkennt, daß in dem scheinbar materiellen Betrieb der Technik auch ein Idealismus verborgen liegt, der seine Wurzeln in der Pflichttreue und Genauigkeit, die technische Arbeit erfordert, und in der der Betätigung in der Kunst verwandten Arbeits- und Erfinderfreude hat. Diese Werte der Technik recht deutlich vor Augen zu führen und sie für die Erziehung auszubeuten, war die Veranlassung zu einer Reihe von Vorträgen, welche im verflossenen Winter das Zentr linstutit für Erziehung und Unterricht veranstaltete.

Den ersten Vortrag hielt Prof. C. Matschoß über „die Bedeutung der Persönlichkeit für die industrielle Entwicklung". Der innere Wert der Technik wird in Deutschland immer noch nicht verstanden. Auch die gebildeten Kreise kommen über eine Bewunderung technischer Dinge und technischer Tagesberühmtheiten nicht hinaus; der Blick in die Tiefe fehlt, der hinter den kalten stählernen Maschinen den Menschen erkennen läßt. Wir müssen die Geschichte der technischen Entwicklung verfolgen, wenn wir einen Weg für diese Erkenntnis finden wollen. Im Altertum mußte die Technik ungeheure Sklavenheere als Kraftquelle ausnutzen, um ihre Leistungen hervorbringen zu können, aber mit dem Zerfall der alten Kultur war man auf andere Mittel angewiesen. In dem handwerklichen Kleingewerbe entwickelte sich die Einzeltechnik als Kunst in den Händen tüchtiger Handwerksmeister, selbstbewußter Persönlichkeiten, die in den Zünften und Gilden erzieherische Arbeit in dem den Kern des Volkes bildenden Bürgertum leisteten. Eine gewaltige Umwälzung brachte die Dampfmaschine, zunächst auch in sozialer Hinsicht. Sie stellte zwar ungeheure Energien zur Verfügung, vernichtete aber auch alte Gewerbe oder gestaltete sie vollständig um. So löste sie zunächst einen Haß aus, jedoch war die neue Technik, jenseits von Gut und Böse stehend, mächtiger als die Leidenschaft der Menschen, auf deren soziale Ungeschicklichkeit die Schäden zurückzuführen sind. Die Technik zu verurteilen, wie Chamberlain und viele andere es taten, ist leicht, zumal wenn man im von der Zentralheizung angewärmten Zimmer beim Schein der elektrischen Lampe sich der Schreibmaschine bedienen kann. Die Technik, vom Menschen für Menschen geschaffen, braucht zu ihrer Entwicklung immer höhere menschliche Werte,

Digitized by Google

nicht nur in ihren führenden Persönlichkeiten, sondern auch in den Tausenden ihrer Mitarbeiter. Darum darf auch der heute so viel besprochene Aufstieg der Begabten nicht ein Herausziehen der Tüchtigsten aus dem Handwerkerstande zur Folge haben, denn die Industrie braucht hochwertige Qualitätsarbeiter, die mit tätigem Idealismus, mit begeisterter Hingabe an ihre Arbeit herangehen. In diesem Sinne ein Verständnis für das technische Schaffen zu erwecken, muß auch die Schule mithelfen. Wir müssen zurückkommen von der Überschätzung des bloßen Wissens und das durch hohe sittliche Charaktereigenschaften getragene große Können in den Vordergrund rücken.

Welchen Einfluß die Maschinenarbeit auf den Menschen hat, wird in dem Vortrag von Geh. Regierungsrat Muthesius, „Handarbeit und Massenerzeugnis", gezeigt. Die Arbeit der Maschine ist nicht eine Nachahmung der Handarbeit, sondern sie paßt sich dem Werkstoff, der Form und der Art des herzustellenden Gegenstandes an und entwickelt ihre Bedingungen selbsttätig. Diese Wesensverschiedenheit von der Handarbeit zu erfassen und bis zur äußersten Vollendung herauszuarbeiten, sollte das Ziel der Fabrikation sein. Der Einwand, daß damit die Gefahr der Vernachlässigung der guten Form verknüpft sei, ist hinfällig, denn der Schönheitssinn der Menschen wirkt selbsttätig. Auch in den reinen Zweckbildungen äußert sich Formgefühl; sie sind die reinste Form des Geschmacksausdruckes einer Zeit, eine Art neuer Volkskunst eines Geschlechts, das wissenschaftlich gebaute Maschinen einstellt und diese für sich arbeiten läßt. In dem Schmucklosen, Sachlichen, Knappen äußert sich der Geist einer Zeit der Wissenschaftlichkeit, der Forschung, des Denkens im großen, die Einordnung ganzer Massen zur einheitlichen Wirkung, und das ist eben der Geist unserer Zeit. Es wird häufig behauptet, daß die Fabrikarbeit einen üblen Einfluß auf die Arbeiter ausübe. Aber der Stand der Maschinenarbeiter ist in einer Entwicklung begriffen. Er schützt sich gegen geistige Verödung durch ein lebhaftes Bildungsbedürfnis, durch gesteigertes Gemeinschaftsgefühl, durch die Freude an der Maschine selbst. Das Handwerk wird aber im Kunstgewerbe als Edelform menschlicher Arbeit weiter blühen und als Erziehungsmittel für Auge und Hand des gewerblichen Nachwuchses. Nicht die Zurückkehr zur Handarbeit ist das Ziel, sondern eine Höherentwicklung und Bewertung der Maschinenarbeit, um Vorsprung im Weltverkehr zu gewinnen und damit bestimmenden Einfluß auf die Welt überhaupt. Diesen sich zu sichern, muß der natürliche Wunsch jedes gesunden, vorwärtsstrebenden Volkes sein. Die wissenschaftlich abgeklärte, überall gleichartige und daher überall gleich geltende Form der Maschinenarbeit ist ein Kulturförderer ersten Ranges und trägt dazu bei, das Denken der Völker in gleiche Richtung zu lenken; ihre Lebensformen zu vereinheitlichen und damit noch bestehende Gegensätze allmählich zu überbrücken.

Dipl.-Ing. Carl Weihe.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Getriebelehre. Eine Theorie des Zwanglaufes und der ebenen Mechanismen. Von Prof. M. Grübler. Mit 202 Abb. VII und 154 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis 7,20 M.

Der Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen. Von Prof. Dr. G. Benischke. 2. erw. Auflage. Mit 72 Abb. VI und 102 S. in 8°. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn. Braunschweig 1918. Preis geb. 5,60 M.

Sonderabdrucke.

A. Feiler. Vor der Übergangswirtschaft. 93 S. in 8°. Verlag der Frankfurter Societäts-Druckerei G. m. b. H. Frankfurt a. M. 1918. Preis 1,50 M.

[In vorliegendem Heftchen sind einige in der Frankfurter Zeitung erschienene Beiträge zur Frage der Übergangswirtschaft zusammengefaßt.]

Dr. J. Langer. Der Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft. Diskussion in der Wiener Juristischen Gesellschaft. „Juristische Blätter" 1918.

Dr. J. Langer. Denkschrift des Elektrotechnischen Vereins in Wien zum Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft. „Elektrotechn. u. Maschinenb.", Sonderheft, Juni 1918.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Körting & Mathiesen A. G., Leutzsch b. Leipzig[1]). Nach dem Bericht über das 17. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 1,492 Mill. M (0,992 i.V.) und der Reingewinn nebst Vortrag 0,662 Mill. M (0,420 i.V.). Es sollen 15% Dividende (8% i.V.) auf 2,050 Mill. M gezahlt werden.

Porzellanfabrik Kahla, Kahla[2]). Nach dem Bericht über das 30. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einkünfte 3,774 Mill. M (1,612 i.V.), die Abschreibungen 0,351 Mill. M (0,271 i.V.) und der Reingewinn nebst Vortrag 1,6 Mill. M (i.V. Verlust von 0,296 Mill. M). Es sollen 10% Dividende (0 i.V.) auf 4 Mill. M gezahlt werden.

Elektricitätswerk Südwest A. G., Berlin-Schöneberg[3]). Nach dem Bericht über das 18. Geschäftsjahr 1917 waren am 1. I. 1917 angeschlossen 34 287 Abnehmer (32 854 i.V.). Nutzbar abgegeben wurden 31,895 Mill. kWh (32,404 i.V.). Vereinnahmt wurden 5,610 Mill. M (5,745 i.V.). Der Überschuß beträgt 0,113 Mill. M (1,134 i.V.). Eine Dividende wird nicht gezahlt (6% auf 15,5 Mill. M i.V.).

Arbeitsmarkt.

Juli 1918.[4]) Im Dynamo-, Elektromotoren- und Akkumulatorenbau war im Juli ebenso befriedigend, z. T. gut zu tun wie im Vormonat. Im Vergleich zum Juli 1917 wird der Geschäftsgang verschiedentlich als besser gekennzeichnet; vereinzelt wird allerdings auch eine Abschwächung gegenüber dem Vorjahre vermerkt. Von den Fabriken elektrischer Meßgeräte wird erheblich günstigerer Bestellungseingang als im Vormonat und im Vorjahr festgestellt. Die gute Lage der elektromedizinischen Industrie, die dem Juni gegenüber unverändert blieb, verzeichnete dem Vorjahre gegenüber eine Steigerung des Geschäftsganges.

Die Schwachstromelektrotechnik weist im Gegensatze dazu eine Abschwächung sowohl gegen den Vormonat als auch gegen Juli 1917 auf. Auch die Fabrikation von Apparaten für Starkstromanlagen hatte verschiedentlich geringeren Umsatz als im Vormonat und im Vorjahre; doch wird hier die Gesamtlage als befriedigend, z. T. gut bezeichnet. Vereinzelt ergab sich auch eine Verbesserung gegen Juli 1917. In der Einrichtung elektrischer Licht- und Kraftanlagen beharrte die Geschäftslage im großen und ganzen auf der gleichen Höhe. Das gleiche gilt für die Kabelwerke; auch hier wird vereinzelt eine Verbesserung gegen den Vormonat gemeldet. Ein süddeutscher Bericht stellt eine Abschwächung fest.

13 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. VIII. 1918 31343 männliche (— 1,1% g.Vm.) und 38 165 weibliche (— 3,9% g.Vm.) Pflichtmitglieder. 18 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende Juli 1918 mit insgesamt 11 376 (— 219 bzw. — 1,9% g.Vj.)[5]) an, die Zahl der Männer ist um 241 auf 5513 gestiegen, die der Frauen hat um 460 abgenommen. Angaben von 18 Firmen gestatten auch den Vergleich mit dem Vormonat. Sie hatten 11 376 Beschäftigte (— 57 bzw. — 0,5% g. Vm.)[6]), darunter 5513 Männer (+ 13); die Zahl der Frauen fiel um 70. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 410 Arbeitsgesuche vor, d. s. 34% der 1215 angemeldeten offenen Stellen (44,2% von 947 i.Vm.; 36% von 1107 i.Vj.)[7]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 295. Auf Preußen entfallen 207 Arbeitsgesuche, d. s. 32% von 647 Arbeitsgelegenheiten (46,8% von 530 i.Vm.; 37% von 672 i.Vj.); 130 Stellen kamen hier zur Besetzung.

Firmenverzeichnis.

Elektrotechnischer Betrieb, Gebrüder Jansen, G. m. b. H., Gronau i. Westf. Gegenstand: Herstellung und Vertrieb elektrotechnischer Artikel und deren Reparaturen. Stammkapital: 20 000 M. Geschäftsführer: H. Jansen und H. Jan Jansen, Enschede.

Elektro-Maschinen und Apparatebau G. m. b. H., Bremen. Gegenstand: Erwerb und Ausnutzung von Patenten, Gebrauchsmustern und jeder Art von Urheberrechten für Elektromaschinen, elektrische Apparate, mechanische Werkzeuge und Maschinen, sowie die Herstellung und der Vertrieb derartiger Gegenstände und damit im Zusammenhang stehende Geschäfte. Stammkapital: 20 000 M Geschäftsführer: A. Steen.

Elektrizitätswerke Sachsen-Anhalt A. G., Halle a. S.[1]) Der Sitz der Gesellschaft ist von Frankfurt a. M. nach Halle verlegt worden. Nach dem abgeänderten Gesellschaftsvertrag ist Gegenstand: Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken, Überlandzentralen und Bahnen, sowie überhaupt die Übernahme von Geschäften, die auf dem Gebiete der öffentlichen Elektrizitätsversorgung liegen. Stammkapital: 5 Mill. M. Vorstand: R. Schneider, Merseburg.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft Schlachters m. b. H., Schlachters im Allgäu (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 5) — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Netsche i. Schles. (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Rattwitz Kr. Ohlau (Haftsumme: 300 M.; höchste Anteilzahl eines Gen.: 20).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. „Siemens" Elektrische Betriebe A. G., Berlin: um 10 auf 40 Mill. M.

Norwegen. Det Norske A. G. for Elektrokemisk Industrie. Diese Gesellschaft erhöht zwecks starker Erweiterung ihres Betriebes ihr Aktienkapital von 14,40 auf 28,80 Mill. Kr. Es handelt sich dabei mehr um eine Rüstung für später, wo das Unternehmen bisher unausgenutzte Wasserkräfte und Gruben ausbeuten will. Außerdem bedürfen zwei Tochtergesellschaften, die Elektrokemisk Atlas in Kristiania und die Vestlandske Elektrokemisk Atlas in Bergen, neuen Kapitals. Die Gesellschaft prüft z. Zt. mehrere nicht näher genannte Fabrikationsmethoden aus, wobei einheimisches Rohmaterial und elektrische Kraft in Frage kommen. Sie schreibt diesen große volkswirtschaftliche Bedeutung zu. Weiter wurde die Elektrokemisk Oversöiske Handelskompani gebildet, die den Kern der bestehenden und geplanten Vertriebsgesellschaften bilden soll. („Frankf. Ztg." v. 8. IX. 1918.)

Italien. Die Società Generale Elettrica dell'Adamello, Mailand, beschloß die Erhöhung ihres Aktienkapitals um 10 auf 30 Mill. Lire.

Verschiedene Nachrichten.

Hamburger Hochbahn A. G., Hamburg. Die Gesellschaft hat folgende Änderung des Vertrages beschlossen: Gegenstand des Unternehmens ist ferner die Ausführung des Vertrages, welchen die Hamburger Hochbahn A. G. mit der Finanzdeputation der Freien und Hansestadt Hamburg zur Förderung der öffentlichen Verkehrsinteressen unterm 3. VII. 1918 abgeschlossen hat,[2]) durch den der unter dem 25. I. 1909 abgeschlossene Betriebsvertrag ersetzt wird, und dessen Bestimmungen für die Gesellschaft so maßgebend sind, als ob sie einen Teil dieses Gesellschaftsvertrages bildeten, ferner der Erwerb des Bahnkörpers der bestehenden Hochbahn, die Herstellung und der Betrieb von neuen Schnellbahnlinien und von elektrisch betriebenen Güterbahnen in und um Hamburg; der Erwerb, der weitere Ausbau und der Betrieb von Unternehmungen, die dem Stadt- und Vorortverkehr in und um Hamburg oder beiden dienen, namentlich von Straßenbahnen, der Bau und Betrieb von neuen Straßenbahnen in und um Hamburg; die Einrichtung und der Betrieb von Kraftwagenlinien in demselben Bereich sowie der dem öffentlichen Verkehr dienenden Schiffahrt auf der Alster und Elbe; der Bau und Betrieb von Werkstätten für die Herstellung von Fahrzeugen jeder Art und deren Zubehör sowie die Ausnutzung dieser Werkstätten für die Erzeugung aller Gegenstände, die in ihnen hergestellt werden können, und der Betrieb aller mit diesen Zwecken der Gesellschaft in Verbindung stehenden Geschäfte. Die Gesellschaft ist auch berechtigt, derartige Unternehmungen zu pachten oder ihr gehörige zu verpachten, auch sich an solchen in jeder Form zu beteiligen. Das Stammkapital wurde um 48,63 auf 63,63 Mill. M erhöht.

---

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 400.
[2]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 432.
[3]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 311.
[4]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 8. Bericht über Juni vgl. „ETZ" 1918, S. 340.
[5]) Bei 290 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 5%, bei 53 der Maschinenindustrie + 3,2% g. Vj.
[6]) Bei 289 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 0,3%, bei 52 der Maschinenindustrie + 0,2% g. Vm.
[7]) Für alle Fächer bei Männern 48,5% (53 i. Vm.; 47 i. Vj.), bei Frauen 82% (83 i. Vm.; 83 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 382.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 80.

Abschluß des Heftes: 14. September 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 26. September 1918. Heft 39.

Anpassung und Normalisierung bei elektromotorischen Antrieben.

Von Ernst Adler, Wien.

Übersicht. Es werden zahlreiche Vorschläge gemacht, welche die Vereinheitlichung der elektromotorischen Antriebe bezwecken, ohne daß die Anpassung des Antriebes an den Arbeitsvorgang gehemmt würde. Es wird beantragt, folgende Vorschläge in den Veröffentlichungen des VDE zu berücksichtigen: Normalspannungen, Definition von Drehzahländerung und Durchzugsvermögen, Bezeichnung der Betriebsart von Motoren und Geräten für aussetzenden Betrieb, Festlegung eines normalen Drehsinnes, Klassifikation der Schutzarten, Ergänzung der Klemmennormalien und Klassifikation der Bewertung von Anlassern. Andere Vorschläge sind als Gegenstand von Vereinbarungen durch den zuständigen Ausschuß des Zentralverbandes der Deutschen Elektrotechnischen Industrie gedacht, darunter: Normalisierung der kleinsten Motoren, Festlegung der zulässigen Abweichungen von der Nennspannung, Festsetzung normaler Kompoundierungsverhältnisse, Verringerung der Zahl der Leistungs- und Drehzahlstufen, Festsetzung des Lieferungsumfanges bei verschiedenen Ausführungsformen und Klassifikation der Arten des Klemmenschutzes und der Isolierung. Auch werden einige Anregungen gegeben, deren Erfüllung geeignet scheint, die Arbeit des Installateurs zu vermindern und die Verbreitung von Einzelantrieben zu fördern.

Diese Zeilen sollen die Aufmerksamkeit auf einige Fragen aus dem Gebiete der elektromotorischen Antriebe lenken. Sie stehen nicht in Zusammenhang mit den dringenden Aufgaben des Tages. Die Veröffentlichung ist aber vielleicht doch dadurch gerechtfertigt, daß Anregungen gegeben und Normalisierungsmaßnahmen zur Erörterung gestellt werden, die längere Zeit zur Erledigung erfordern, und deren Wirkung sich geltend machen wird, wenn dank der jetzt vorbereiteten, allgemeinen Versorgung mit Elektrizität der Elektromotor befähigt sein wird, seine große kulturelle Aufgabe, die Kraftlieferung in Haushalt, Gewerbe und Industrie, ganz zu erfüllen.

Die Entwicklung des elektrischen Antriebes hat gezeigt, daß seine Vorteile gegenüber anderen Antriebsarten umso größer, der Wert der Kraft des Elektromotors also umso höher ist, je mehr der Elektromotor den Antriebsverhältnissen angepaßt wird. Im Interesse der Förderung des elektrischen Antriebes liegt es, den Anpassungsvorgang nicht auf die Spezialantriebe zu beschränken, sondern grundsätzlich bei jedem einzelnen Antrieb anzustreben.

Anderseits hat der Bau von Motoren und Geräten eine Mannigfaltigkeit erlangt, die nicht nur den Fabriken unnötige Opfer auferlegt, sondern auch verwirrend wirkt und die Auswahl ungeeigneten Materials zur Folge hat. Die Normalisierung der Antriebe wäre für Hersteller, Installateure und Käufer von wesentlichem Vorteil, vorausgesetzt, daß die Anpassungsmöglichkeit darunter nicht leidet. Man wird daher die Vereinheitlichung zunächst auf Punkte beschränken, die auf die Anpassung ohne Einfluß sind, ferner nur bestimmte Gattungen von Motoren behandeln und auch bei diesen — unter Einhaltung allgemeiner Richtlinien — nur schrittweise vorgehen. Es handelt sich im Motorengeschäft um zwei Gebiete:

Spezialmotoren, die gebaut werden, um die Vorteile des Einzelantriebes von Arbeitsmaschinen durch weitgehende Anpassung an deren besondere Arbeitsbedingungen ganz auszunutzen.

Normalmotoren, bei deren Bau vielseitige Verwendungsfähigkeit, aber Anpassung an die Verkaufs-, Anschluß- und Bedienungsverhältnisse angestrebt wird.

Zur ersten Gattung gehören die kleinsten Motoren (bis etwa 500 W) und Kleinmotoren (500 W bis 5 kW), die meistens von den Herstellern der Arbeitsmaschinen „schlußweise" gekauft und zusammen mit den Maschinen verkauft werden. Ferner gehören zu dieser Gattung die Kleinmotoren und Motoren mittlerer Leistung (5 bis 100 kW), die von den Benutzern in größerer Zahl gekauft und betrieben werden. Endlich gehören hierher die mittleren und Großmotoren (über 100 kW), die für wichtige Einzelantriebe besonders gebaut werden. Diese Spezialmotoren werden, soweit als tunlich, aus normalen Modellen abgeleitet, d. h. aus normalen und abgeänderten Einzelteilen zusammengesetzt. Das bedingt ein größeres oder geringeres Opfer hinsichtlich Ausnutzung und, wenn der Absatz einen gewissen Umfang erreicht, lohnt es sich, an Stelle abgeänderter Normalmodelle eigene Reihen von Spezialmaschinen zu entwerfen. Anderseits kann man manchmal Spezialmotoren, die für bestimmte Anwendungen entwickelt wurden, zu anderen Antrieben benutzen und für gewisse Leistungen und Drehzahlen nur Motoren bauen, die ursprünglich bestimmten Spezialzwecken angepaßt waren.

Zur Gruppe der Normalmotoren, die für die Vereinfachungs- und Vereinheitlichungsbestrebungen zunächst in Frage kommen, gehören jene kleinsten Motoren, die zum Antrieb verschiedener, nicht für Einzelantrieb gebauter, Haushalts- und Kanzleimaschinen dienen, und die kleineren und mittleren Motoren, die in gewerblichen Betrieben aller Art zum Einzel- oder Gruppenantrieb verwendet werden. Diese Motoren werden von Fabriken, Händlern und Installateuren verkauft. Der Anschluß wird meistens durch Installateure besorgt, und mit sachkundiger und sorgfältiger Bedienung kann nicht gerechnet werden.

Die elektrischen und mechanischen Gesichtspunkte, die hinsichtlich Anpassung und Normalisierung zu berücksichtigen sind, werden in der folgenden Schlagwortzusammenstellung angedeutet. Einige Bemerkungen zu diesen Punkten bilden den Inhalt der Arbeit.

Stromart, Spannung und Frequenz,
Motorart und Charakteristik,
Leistung und Leistungsbewertung,
Kraftübertragung, Drehzahl, Ausführungsform und Aufstellungsweise,
Schutzart, Isolation und Anschlüsse,
Anlassen, Bremsen, Umsteuern und Regulieren,
Steuer- und Schaltgeräte, Leitungen,
Besondere elektrische und mechanische Forderungen.

Stromart, Spannung und Frequenz. Der Absatz der kleinsten Motoren würde erleichtert werden, wenn sie — ähnlich wie Kochvorrichtungen — für Steckeranschluß eingerichtet werden könnten. Die geeignetsten Stromarten für sie sind, mit Rücksicht auf den Anschluß, Gleichstrom 110 bzw. 220 V und Einphasenstrom 110 bzw. 220 V. Dreiphasenstrom ist trotz der günstigen Eigenschaften des Motors weniger geeignet; wegen der drei Drähte, der Unmöglichkeit, die Motoren an Lichtleitungen anzuschließen und ein- oder zweipolige Schalter zu benutzen, der Möglichkeit falscher Drehrichtung wegen und mit Rücksicht auf die Gefahr der Überlastung beim Durchschmelzen einer einzelnen Sicherung. Die als Zwischenhändler auftretende Fabrik, die kleinste Spezialmotoren kauft und sie zusammen mit ihren Vorrichtungen vertreibt, muß also vier Modelle auf Lager führen. Für den Absatz wäre es natürlich vorteilhaft, mit zwei Modellen auszukommen oder gar nur ein umschaltbares Universalmodell zu besitzen. Zumindest sollten aber die kleinsten Gleich- und Wechselstrommotoren desselben Verfertigers entsprechende Leistungen und Drehzahlen, sowie gleiche Hauptabmessungen haben.

Für den Antrieb ist Gleichstrom im allgemeinen die verwendungsfähigere und daher wertvollere Stromart, ein veredeltes Erzeugnis. In Betrieben, denen beide Stromarten zur Verfügung stehen, führt man deshalb bei Maschinen mit mehreren Bewegungen mit Vorteil nur einzelne Bewegungen für Gleichstrom aus.

Die Spannung ist eine Größe, die für die Anpassung im allgemeinen nicht in Frage kommt; Normalisierungsbestrebungen auf diesem Gebiet sind daher besonders zu fördern. Der Motorenbau kommt mit wenigen Spannungen aus. Bei Gleichstrom sind die Verbandsspannungen 110, 220, 440, 500 V. Bei Drehstrom sind die üblichen Spannungen **110/190 V, 220/380 V, 500 V**, 1000 V, 2000 V, **3000 V, 5000 V** und 6000 V. Wirklich nötig scheinen nur die fettgedruckten Werte. 1000 V wäre eine brauchbare Spannung, doch ist das Schaltmaterial nicht genügend durchgebildet. 2000 V bietet keinen wesentlichen Vorteil gegenüber 3000 V, 6000 V keinen gegenüber 5000 V. Die Nähe der beiden Spannungen 190 und 220 V ist bequem für jene Fälle, wo man aus irgend welchen Gründen die Sättigung erhöhen bzw. erniedrigen will. Höhere Spannungen als 5000 bis 6000 V wird man mit Rücksicht auf die Gefährdung der Wicklung durch Schaltwellen bei Induktionsmotoren, auch ganz großen, vermeiden; hingegen können Synchronmotoren für höhere Spannungen gewickelt werden.

Bei jedem Antrieb muß mit Spannungsschwankungen gerechnet werden, und es hängt von der Reichlichkeit der Bemessung des Motors ab, welche Schwankungen man als zulässig erklären kann. Wünschenswert wären bei ungeänderter Belastbarkeit $\pm 5\%$ für mittlere, $\pm 10\%$ für kleine und $\pm 15\%$ für die kleinsten Motoren, deren Durchzugsvermögen für die Modellwahl häufig ausschlaggebend ist. Kann man bei den heutigen Bauarten und Temperaturvorschriften solche Schwankungen allgemein als zulässig erklären? Es wird empfohlen, in Preislisten und Angeboten die zulässigen Spannungsgrenzen und die Änderung im Verhalten, die bei Abweichungen von der Nennspannung auftritt, anzugeben. Dadurch soll

Digitized by Google

der Käufer ermutigt werden, selbst die Verantwortung für die Verwendung normaler Wicklungen zu übernehmen, anstatt anormale Spannungswerte anzugeben. Außerdem können Angaben über Spannungsschwankungen selten zuverlässig sein.

Was Netze mit anormalen Frequenzen betrifft, so wird neuerlich vorgeschlagen, dort, wo es noch möglich ist (z. B. bei Erweiterungen) die Spannung so zu wählen, daß 50 Per-Motoren für Normalspannungen entsprechend gewählter Leistung benutzt werden können.

Motorart und Charakteristik. Bei Gleichstrom findet man in Deutschland verhältnismäßig weniger Doppelschluß-(Kompound)-Motoren als im Ausland, doch ist zu erwarten, daß diese Motorart häufiger angewandt werden wird, wenn man ausschließlich Wendepolmaschinen bauen wird und der Anpassungsgedanke allgemeine Würdigung gefunden hat. Auch Hauptschlußmaschinen sind für manche kleine Spezialantriebe gut verwendbar, die heute infolge unvollkommener Anpassung mit Nebenschlußmotoren ausgerüstet werden. Nebst anderen Umständen hat es für die Verbreitung des Doppelschlußmotors hemmend gewirkt, daß keine normalen Kompoundierungsverhältnisse festgesetzt worden sind. Die Kompoundierung wird entweder ausgedrückt durch das Verhältnis der Hauptschluß- zu den Nebenschluß-AW oder durch die Drehzahländerung. Diese sei definiert als der Drehzahlabfall, den der leerlaufende Motor erfährt, wenn bei ungeänderter Klemmenspannung die der Belastbarkeit entsprechende Belastung aufgelegt wird. Diese Festsetzung paßt allerdings nicht für Motoren mit Hauptschlußverhalten.

Der Drehzahlabfall und andere, die mechanische Charakteristik betreffenden Fragen verdienen mehr Beachtung durch die Hersteller der Arbeitsmaschinen, besonders von Maschinen, deren Widerstandsdrehmoment von der Geschwindigkeit abhängt. Denn das Verhalten solcher Maschinen bei veränderlicher Belastung wird durch die mechanische Charakteristik des Motors beeinflußt — ein Umstand, von dem manchmal bei Pumpen nützlicher Gebrauch gemacht wird, und der es auch denkbar erscheinen läßt, daß labile Motorcharakteristiken, wie sie bei Drehstrom-Kommutatormaschinen vorkommen, Anwendung finden können.

Bei der Beurteilung von Drehstromantrieben ist häufig das Höchstdrehmoment maßgebend, das der Motor vorübergehend entwickeln kann. Für das Verhältnis des Höchstdrehmomentes zu dem der Belastbarkeit entsprechenden Drehmoment wird die Bezeichnung „Durchzugsvermögen" vorgeschlagen, an Stelle des üblichen Ausdrucks „Überlastungsfähigkeit", der zur Verwechslung mit dem Begriff „Überlastbarkeit" nach § 22 der Maschinennormalien Anlaß gibt.

Leistung und Leistungsbewertung. Die Zahl der Leistungsstufen der von den Großfabriken hergestellten „listenmäßigen" Motoren ist sehr groß; so enthält die Preisliste einer Großfirma für Gleichstrom 220 V, offene Bauart, Nebenschlußwicklung, nicht weniger als 7 Größen zwischen 0,1 kW und 6 kW, für welche 96 Zusammenstellungen von Leistung und Drehzahl angeführt werden. Die feine Leistungsstufung ist unter dem Druck der Verkäufer und Abnehmer entstanden. Diese sind geneigt, die Einbuße an Geld und Wirkungsgrad, infolge der Wahl des nächst größeren Modells, zu überschätzen und die Vorteile der Verringerung der Modellzahl in einer Anlage nicht genug zu würdigen. Die Anpassung des Motors an die Arbeitsmaschine besteht ja nicht in der genauen Einhaltung des von ihrem Hersteller angegebenen, recht oft unverläßlichen, Leistungsbedarfs. Hinsichtlich der Leistung ist es häufig angebracht, daß sich die Arbeitsmaschine nach dem Motor richtet und nicht der Motor nach der Arbeitsmaschine. Diese Anpassung könnte durch Vereinbarungen über Leistungsstufen gefördert werden, zunächst allerdings nur für kleinste und Kleinmotoren.

Die Frage der Leistungsbewertung der kleinen und mittleren Motoren für aussetzenden Betrieb ist noch nicht befriedigend und endgültig gelöst worden. Die Aufgabe ist aber von gewisser Bedeutung, denn einerseits soll die Ausnutzungsfähigkeit der Arbeitsmaschine nicht durch die elektrische Ausrüstung begrenzt werden, anderseits ist meist der kleinste ausreichende Motor auch der geeignetste, denn der nächstgrößere braucht mehr Platz und hat höhere Anlaufverluste. In einzelnen Fällen kann die Schärfe der Beanspruchung geschätzt werden; die Auswahl erfolgt dann, indem die Zahl der Arbeitsspiele, die der Motor in der Stunde verrichten kann, berechnet und beurteilt wird, ob diese Spielzahl den jetzigen und den zu erwartenden Betriebsbedingungen entspricht. In der Mehrzahl der Fälle stehen aber weder für die Schärfe noch für die Häufigkeit der Beanspruchung zuverlässige Angaben zur Verfügung.

Früher haben bekanntlich die Verbandsnormalien den Begriff „aussetzender Betrieb" und die Stundenleistung als entsprechende Bewertung festgesetzt. Das ist oft mißverstanden worden. Man hat in weiten Kreisen angenommen, daß die Erfahrung gelehrt hätte, daß ein 60 min-Lauf den (doch so verschiedenen) Arbeitsverhältnissen aussetzender Betriebe ungefähr gleichwertig sei. Natürlich war aber bei diesem Bewertungsverfahren vorausgesetzt, daß Schärfe und Häufigkeit der Beanspruchung und die vielen anderen, die Bewertung beeinflussenden Größen durch die Festsetzung des Leistungswertes berücksichtigt würden; darauf ist auch in Dettmars Erläuterungen hingewiesen worden. Umso überraschender war es für viele Motorkäufer, als vor einigen Jahren die 40 min-Leistung als normale Kranleistung geschlossener Gleichstrom-Hauptschlußmotoren und die 50 min-Leistung als normale Kranleistung offener und geschlossener Drehstrommotoren erklärt wurde.

Das Verfahren, auf Grund einer einheitlichen kurzen Betriebszeit die Motoren zu bewerten, kann — ebenso wie jedes andere Verfahren — in der Hand des sachkundigen, erfahrenen und sorgfältigen Ingenieurs befriedigende Ergebnisse liefern. Aber diese Eigenschaften darf man vom durchschnittlichen Motorkäufer nicht voraussetzen; noch ist er selten in der Lage, die Betriebsverhältnisse so zu schildern, daß der Verkäufer die volle Verantwortung übernehmen könnte. Man war daher schon vor etwa 12 Jahren bemüht, bessere und „wissenschaftlichere" Bewertungsverfahren einzuführen. Eine Großfirma hat auf der Grundlage der klassischen Arbeit Ölschlägers versucht, den Begriff der Intermittenz in die geschäftliche Praxis einzuführen, und einige Verfasser waren bemüht, diesen Begriff durch zusätzliche Bestimmungsstücke genauer zu umschreiben. Diesen Bestrebungen konnte jedoch kein Erfolg beschieden sein, denn sie gingen von der unzutreffenden Voraussetzung aus, daß das Arbeitsspiel stets verläßlich bekannt sei und eingehalten würde. Wenn diese Voraussetzung zuträfe, dann wäre die Aufgabe eine rein technische, und eine befriedigende Lösung wäre bald gefunden. Tatsächlich ist sie aber eher eine geschäftspsychologische als eine technische.

Die Einführung von normalen kurzen „Betriebszeiten" (richtiger Bewertungszeiten) als Maß für die Bewertung im aussetzenden Betrieb, durch die Verbandsnormalien 1914, war eine Verbesserung, denn die Betriebszeit ist ein kennzeichnender Begriff. Doch auch dieses Verfahren erfordert mehr Verständnis und Übung, als man im Handel voraussetzen darf, denn bei der Wahl der Betriebszeit sind nicht nur Schärfe und Häufigkeit der Beanspruchung, sondern auch Stromart, Motorart, Schutzart, Drehzahl, Steuerung, Bremsung und andere Größen zu berücksichtigen.

Aus diesem Grunde wird vorgeschlagen, zwar die kurzzeitige Bewertung in den Verbandsnormalien beizubehalten und in den Preislisten, die den Verbandsbetriebszeiten entsprechenden Belastbarkeiten anzugeben, aber in Preislisten und Angeboten zur Kennzeichnung der Betriebsverhältnisse auf die schon seit Jahren gelegentlich verwendeten Kennworte: leicht, normal, schwer, angestrengt zurückzugreifen, die bündig und bezeichnend sind und sich daher für den Handel eignen. Die Begriffsumschreibung dieser Kennworte wird für die verschiedenen Modelle die entsprechenden Betriebszeiten enthalten. Auch werden zusätzliche Bestimmungsstücke zur Kennzeichnung der Betriebsart herangezogen werden, wie z. B. der Begriff „Einschaltdauer", der die Wärmeentwicklung infolge von Kurzschluß- oder Nutzbremsung berücksichtigt. Ein anderes, für Gleichstrom-Hauptschlußmotoren besonders geeignetes, zusätzliches Bestimmungsstück ist der Begriff „mittlere quadratische Motorspannung", der eine Berücksichtigung der Eisen- und Reibungsverluste gestattet.

Die Regelung der Bezeichnung der Betriebsart würde die Bestrebungen zur Verringerung der Modellzahl von Kran- und Stahlwerksmotoren fördern. Daran wären der Hersteller der Motoren, die Kranfabrik und der Kranbesitzer interessiert. Diese Bestrebungen sind nicht neu. Michenfelder hat darauf hingewiesen, daß man mit 5 Modellen von Kranmotoren einer Stromart und Schutzart auskommen könnte, und die amerikanischen Fabriken liefern ihre schweren Stahlwerksmotoren nur in wenigen Größen, mit gleichwertigen Leistungen und Drehzahlen und gleichen Hauptabmessungen für Gleich- und Drehstrom. Wäre die Vereinfachung durchgeführt, so würden die Kranfabriken den mechanischen Teil nach dem Motor bauen und vielleicht sogar manche Hebezeuge nicht nach abgerundeten Werten für Tragkraft und Geschwindigkeit, sondern nach der Motorleistung verkaufen.

Die Klassifikation der Beanspruchung durch Kennworte eignet sich auch für Widerstände, Steuerschalter, Bremslüftmagnete Hebemagnete und andere Krangeräte, für die noch keine Bewertungsverfahren vereinbart worden sind, u. zw. wird die Kennzeichnung auf Grund anderer Bestimmungsstücke erfolgen als beim Motor. Zum Beispiel werden Steuerschalter nach der Schalthäufigkeit und dem Abschaltstrom, Nebenschlußmagnete nach der Einschaltdauer bewertet werden.

Die Kenntnis der verschiedenen Betriebsarten würde wesentlich gefördert werden durch die statistische Verwertung von Versuchen über die Strom-Zeit-Linie, die Einschaltdauer und den Arbeitsverbrauch von Motoren für aussetzenden Betrieb. Die Durchführung solcher Versuche wäre eine dankenswerte Aufgabe für die Betriebsingenieure industrieller Werke.

Kraftübertragung, Drehzahl, Ausführungsform und Aufstellungsweise. Bemerkenswert ist die allgemeine Bevorzugung der Riementriebe. Dies mag damit zusammenhängen, daß die Elektrofabriken den Vorgelegebau Sonderfabriken überlassen und — abgesehen von Stirnradvorgelegen — Motor und Vorgelege nicht als Ganzes verkaufen, was die Anpassung fördern würde. Tatsächlich bietet der Riementrieb, der ein leicht lösbares, elastisches Zwischenglied und eine zusätzliche Schwungmasse darstellt, viele Vorteile. Bei kleineren und mittleren Normalmotoren würde die Spannrolle den üblichen Stellschienen häufig vorzuziehen sein, trotz der durch sie hervorgerufenen Riemenab-

Digitized by Google

nutzung und der Notwendigkeit besseren Leders, weil sie größere Freiheit in der Aufstellung des Motors gewährt, das dem ungelernten Arbeiter Schwierigkeiten bietende Nachstellen wegfällt und feste Anschlüsse möglich sind. Es würde sich deshalb empfehlen, Kleinmotoren mit angebauter Spannrolle auf Lager zu führen. Was die kleinsten Normalmotoren betrifft, so sei auf die im Automobilbau üblichen, nachgiebigen Kleinkupplungen hingewiesen, die für Antriebe, bei welchen ein Motor zu verschiedenen Arbeitsmaschinen gebracht wird, geeignet scheinen.

Die Bestrebungen zur Vereinheitlichung der Drehzahlen sind alt. Den Maschinennormalien ist seit langem eine Liste normaler Drehzahlen beigegeben, die für Gleichstrommotoren die Drehzahlen von 50 Per.-Drehstrommotoren festsetzt. Die Drehzahlen ausgeführter Gleichstrommotoren weichen aber von diesen Normalwerten ab. Die Vorteile, welche die Gleichheit der Drehzahlen für die Anpassung der Arbeitsmaschine an den Motor bietet, sind so offensichtlich, daß es notwendig erscheint, sich über die Gründe der Nichtbefolgung der Verbandsnormalien klar zu werden. Zunächst sei festgestellt, daß, wenn die Gleichmachung bei den offenen Nebenschlußmotoren für die Normalspannungen durchgeführt wäre, die Motoren mit abgeänderter Feldwicklung Doppelschluß-, Hauptschluß-, geschlossene, und Motoren für Umkehrantriebe anormale Drehzahlen erhielten. Ferner ist für die Zusammenstellung von Drehstrom-Gleichstrom-Motorgeneratoren zu berücksichtigen, daß eine Maschine, die für eine Verbands-Motorspannung gewickelt ist, mit etwa 20 bis 40% höherer Drehzahl angetrieben werden muß, um die Verbands-Dynamospannung zu liefern. Es erscheint daher tatsächlich vorläufig nicht gerechtfertigt, die Freiheit des Entwurfs der Gleichstrommotoren durch Drehzahlvorschriften einzuengen. Nur für die kleinsten und kleinen Normalmotoren, dann für die Sondermodelle für aussetzenden Betrieb wäre die Gleichmachung anzustreben. Auch wären Vereinbarungen über den zulässigen Spielraum bei Drehzahlangaben und die Empfehlung eines einheitlichen, „normalen" Drehsinns in den Klemmennormalien von Vorteil, weil sich die Hersteller der Arbeitsmaschinen danach richten würden.

Unter „Ausführungsform" wird die Kennzeichnung der Lagerung, der Wellenausführung und der Aufsitzfläche verstanden. Bei Motoren mit wagerechter Welle kommen etwa 12 bis 17 verschiedene Ausführungsformen in Frage. Für diese Ausführungsformen sind bei den Fabriken interne Kennworte, Kennbuchstaben oder Kennziffern üblich. Es wird z. B. hingewiesen auf das von der A.E.G. zwecks Förderung des Normalisierungsgedankens herausgegebene Normalienbuch.[1]) Es wäre nützlich, durch Vereinbarung den Lieferungsumfang bei den verschiedenen Formen und den Gebrauch der Lehrmaße zu regeln, damit kein Zubehörteil vergessen wird und sich die Hersteller der Arbeitsmaschinen danach richten.

Bei Motoren mit senkrechter und schräger Welle kommt noch eine Reihe von Ausführungsformen für Riementrieb und Kupplung dazu, wobei noch stehende und hängende Ausführung, Wellenstummel oben oder unten, zu unterscheiden ist. Solche Motoren gestatten häufig einen innigen Zusammenbau mit der Arbeitsmaschine und werden besonders für Werkzeug- und Zerkleinerungsmaschinen viel häufiger Anwendung finden, wenn sie nicht mehr als „anormal" verpönt sein werden.

Obwohl allgemein bekannt ist, daß kleine und mittlere Elektromotoren an Decken, Wänden, Konsolen oder Hängegerüsten befestigt werden können, wird von diesen Sonderaufstellungsweisen verhältnismäßig wenig Gebrauch gemacht. Nebst anderen Gründen mag dies daher kommen, daß die Elektrofirmen die Wandausleger u. dgl. Zubehörteile nicht listenmäßig führen, daß manchmal besondere Stellschienen erforderlich werden, Bürstenabheber nicht verwendet werden können, und daß für die Ausführung des Motors zusätzliche Angaben gemacht werden müssen. Es wird vorgeschlagen, eine Wandbefestigung durch Vereinbarung als normale Wandbefestigung zu erklären, wobei die Festlegung des normalen Drehsinns und die normale Lage des Klemmbretts zu berücksichtigen wäre. Hängebefestigungsarten können auch bei Arbeitsmaschinen mit angebautem Motor in Frage und machen angegossene Konsolen u. dgl. entbehrlich. Dadurch wird, was aus verschiedenen Gründen erstrebenswert ist, der Motor geradezu ein Bestandteil der Arbeitsmaschine.

(Schluß folgt.)

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 115.

Über einen neuen Hochspannungstransformator nach Dessauer für sehr hohe Spannungen.

Von **Eduard Welter**, Frankfurt a. M.

(Schluß von S. 375.)

Es wurde deshalb versucht, den Wattverlust direkt in der Sekundärwicklung zu bestimmen, wenn diese anderweitig nicht belastet ist. Die dort gemessenen Verluste können zwar in der Regel vom Standpunkt des Wirkungsgrades aus vernachlässigt werden, interessieren aber sehr wegen ihrer Zerstörungen. Wenn auch die dielektrischen Verluste nur in seltenen Fällen bei kurzer Betriebsdauer schädliche Erwärmungen hervorrufen, so bewirken kleine Glimmverluste bei Dauerbetrieb doch eine sichere Zerstörung der Hochspannungsisolation. Die meisten, vorkommenden Durchschläge sind auf das Konto der Glimmerscheinungen zu setzen. Aus diesem Grunde dürften die nachfolgend beschriebenen Meßresultate Interesse beanspruchen, weil sie einen sicheren Beweis des Fehlens der Glimmerscheinungen bei der neuen Schaltung erbringen.

Bei den Messungen wurde ein Aufbau benutzt, wie ihn Abb. 3 a zeigt. Die Transformatoren waren so bemessen, daß die beiden Seitentransformatoren zusammen annähernd die Spannung des Haupttransformators lieferten. Als Beanspruchungstransformatoren wurden normale Hochspannungsstromwandler benutzt, mit dem Übersetzungsverhältnis von etwa 1:1. Sie hatten etwas mehr Windungen wie üblich und waren mit Ölisolation versehen.

Die Schaltung im sekundären Kreise gibt Abb. 5 wieder. Als Wattmeter diente

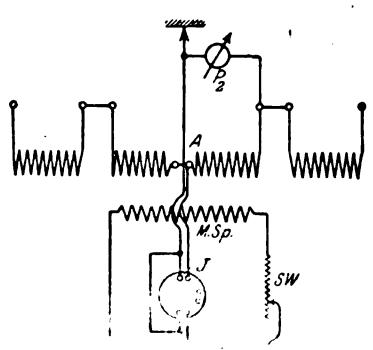


Abb. 5. Wattmeterschaltung im sekundären Kreise.

ein Präzisionsdynamometer mit Fadenaufhängung. Es besaß direkte Zeiger- und Spiegelablesung mittels Lichtzeiger und Fernrohr, und war von Hartmann & Braun gebaut. Das Instrument ließ sich auch als Milliamperemeter verwenden.

Bei der Schaltung als Wattmeter war die Stromspule J in die in der Mitte unterbrochene Hochspannungswicklung eingeschaltet. Dies ließ sich leicht ermöglichen, weil bei sämtlichen Transformatoren der sekundäre Mittelpunkt zweiendig herausgeführt war. Die Stromspule des Wattmeters war bei den Versuchen geerdet. Die Spannungsspule des letzteren war an eine besondere Wicklung $M.Sp$ angeschlossen, die sich über die ganze Länge des mittleren Transformators erstreckte, und deren Spannung mithin mit dem primären Strom als phasengleich angenommen werden konnte. Ein induktions- und kapazitätsfreier Stöpselwiderstand SW diente als Vorschaltwiderstand. Um statische Beeinflussung zu vermeiden, war auch die Spannungsspule des Wattmeters geerdet. Magnetisch wurde das Instrument von den Transformatoren nicht beeinflußt.

Die Ströme, die in der sekundären Wicklung eines unbelasteten Hochspannungstransformators fließen, und die in ihrer Gesamtheit mit Leerlaufströmen bezeichnet sein mögen, setzen sich aus folgenden Teilströmen zusammen, die entsprechend ihrer Phasenverschiebung geometrisch zu addieren sind:

1. reiner Kapazitätsstrom ganz wattlos;
2. Strom zur Deckung der Verluste durch dielektrische Hysterese im festen und flüssigen Dielektrikum;
3. Strom zur Deckung der Glimmverluste;
4. Isolationsfehlerstrom.

Die unter 2 bis 4 genannten Teilströme sind im Gegensatz zu 1. reine Wirkströme.

Das Wattmeter mißt nun die Leistung zwischen dem sekundären Leerlaufstrom und dem durch die Spannungsspule fließenden Strom, der im vorliegenden Falle phasengleich mit dem primären Strom ist. Es sei bemerkt, daß der Isolationsfehlerstrom in den Hochspannungstransformatoren ganz winzig und kaum meßbar ist. Die Trennung der Verluste in solche durch die dielektrische Hysterese bedingte und in solche durch Glimmen bewirkte gelang durch Meßreihen in folgenden Schaltungen.

Fall a. Es wurden die beiden seitlichen Transformatoren ohne Sekundärspule betrieben und deren primäre Wicklungen an Erde gelegt (Abb. 6, Schaltung a). Hierbei sind keine

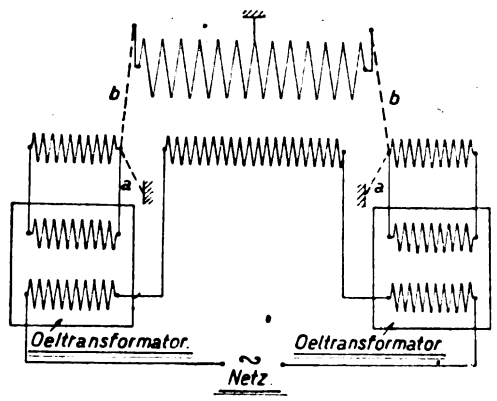


Abb. 6. Schaltung a – b.

dielektrischen und Glimmverluste in den ölisolierten Beanspruchungstransformatoren vorhanden, weil dort Erdpotential herrscht. Die sämtlichen Verluste in der Sekundärwicklung des mittleren Hochspannungstransformators werden hingegen vom Wattmeter gemessen. Es zeigt sich, daß das Wattmeter erst beim Einsetzen des Glimmens einen Ausschlag gibt.

Fall b. Diese Meßreihe erfolgte wie bei Schaltung a mit abgenommenen Sekundärspulen der seitlichen Hochspannungstransformatoren, hingegen war diesmal die Sekundärwicklung der ölisolierten Beanspruchungstransformatoren und hiermit auch die Primärwicklung der äußeren Hochspannungstransformatoren nicht geerdet, sondern an den

Digitized by Google

Enden der Sekundärspule des mittleren Hochspannungstransformators angeschlossen (Abb.6, Schaltung b). Es wurden in diesem Falle die Verluste wie bei Schaltung a gemessen, zuzüglich der Verluste in den nun unter Hochspannung stehenden Beanspruchungstransformatoren nebst den angeschlossenen Primärwicklungen der seitlichen Hochspannungstransformatoren.

Fall c. Die seitlichen Transformatoren erhalten ihre Sekundärspulen wieder, die mit derjenigen des mittleren Transformators in Reihe geschaltet werden. Die Zwischenkreise, bestehend aus den sekundären Wicklungen der Beanspruchungstransformatoren nebst den primären Wicklungen der seitlichen Hochspannungstransformatoren, werden an Erde gelegt (normale Glimmschaltung, Abb. 7,

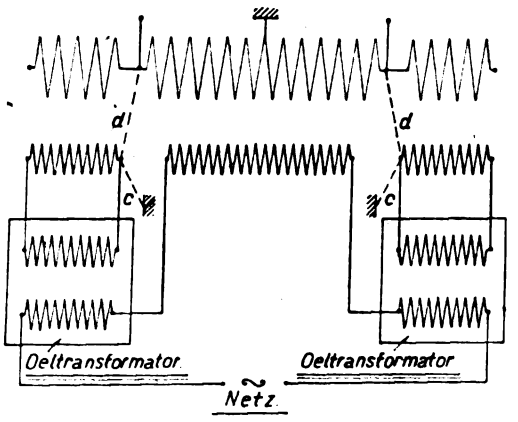


Abb. 7. Schaltung c—d.

Schaltung c). Man mißt in diesem Falle die unbedeutenden Lade- und Isolationsverluste der ganzen Anordnung und den darüber gelagerten erheblichen Glimmverlust. Ladeverluste in den Zwischenkreisen sind nicht vorhanden, weil dieselben geerdet sind. Die Verluste sind analog denjenigen, die ein einziger langer Transformator in der normalen Schaltung haben würde.

Fall d). Es wurde die Schaltung wie bei c benutzt, aber der Zwischenkreis an das Endpotential der sekundären Wicklung des mittleren Transformators gelegt. Bei dieser Schaltung werden die Verluste durch die dielektrische Hysterese und den Isolationswiderstand der drei Transformatoren zuzüglich der Verluste in den Zwischenkreisen gemessen. Hingegen fehlt der Glimmverlust, den Schaltung c zeigte.

Bei der eigentlichen Messung erfolgte die Umschaltung von Schaltung c auf Schaltung d während des Betriebes mit einer langen Glasstange.

Es wurden bei allen Schaltungen die Verluste bzw. die Skalenteile des Wattmeters in Abhängigkeit der sekundären Spannung aufgenommen. Die Meßreihen wurden wiederholt. Das statische Voltmeter maß zwar nur eine Teilspannung, es war aber vorher durch eingehende Versuche und Eichungen festgestellt, daß die sekundären Teilspannungen sich fast algebraisch addierten, d. h. in einer Phase liegen. Das letztere war ebenfalls bei den einzelnen, primär gemessenen Teilspannungen der Fall. Das gesamte Übersetzungsverhältnis der Sekundärspannung zur Primärspannung war bei den verschiedenen Spannungen fast konstant. Ein Teilstrich des statischen Voltmeters entsprach etwa 3,9 kV. Das Instrument hatte 5 Skalenteile, welche in dem Bereich, in dem das Instrument normal ablesbar war, in je 10 Teilstriche geteilt war. Ein großer Skalenteil entsprach demnach rd 39 kV Gesamtspannung.

Die Messung ergab die in Abb. 8 graphisch aufgetragenen Werte, die bei der Schaltung a, b, c und d in Abhängigkeit von der Sekundärspannung ermittelt wurden. Aus dem Verlauf der Kurven läßt sich, da die Skalenteile des Wattmeters aufgetragen wurden, nicht auf die eigentliche Größe der Verluste in Watt schließen. Zu diesem Zweck ist die Konstante

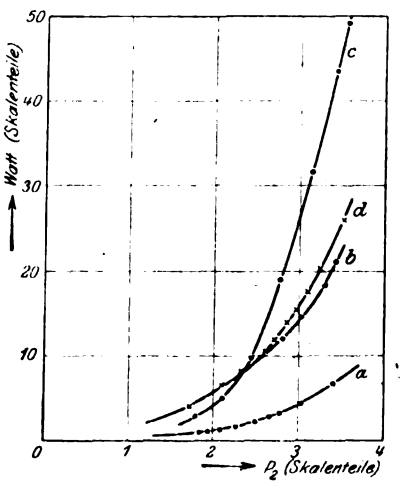


Abb. 8. Wattverlust in Skalenteilen der Schaltungen a, b, c, d in Abhängigkeit von der sekundären Spannung in Skalenteilen.

des Wattmeters und das Verhältnis der Sekundärspannung zur Hilfsspannung zu berücksichtigen.

Aber auch ohne Kenntnis dieses Proportionalitätsfaktors lassen sich aus den Kurven interessante Schlüsse ziehen.

Vor allem zeigt die Kurve für die Schaltung a, daß der Wattverlust in der Sekundärspule des mittleren Transformators allein recht klein ist. Hierbei ist zu beachten, daß, weil die seitlichen Hochspannungstransformatoren abgeschaltet sind, die Spannung nur rund halb so groß ist wie in den Fällen c und d. Erst beim Einsetzen des Glimmens steigt die Kurve stärker an.

Die Differenz zwischen der Meßreihe Schaltung b und a gibt ein Maß für den Wattverlust in den Beanspruchungstransformatoren. Dieser ist nicht unerheblich und größtenteils auf Lade- und Isolationsverluste zurückzuführen.

Ein fast lawinenhaftes Ansteigen der Verluste zeigt die Kurve *c* für die normale Glimmschaltung der drei Hochspannungstransformatoren. Kurve *d* für die neue Schaltung liegt nur ein wenig oberhalb der Kurve für die Schaltung b. Die Differenz zwischen den Kurven *d* und *b* gibt ein Maß für die gesamten Verluste in den Sekundärspulen der Seitentransformatoren bei der d-Schaltung. Diese sind trotz der hohen Spannung ganz unbedeutend. Hingegen ist der Unterschied der alten Schaltung c gegenüber der glimmfreien Schaltung d recht bedeutend, ein treffender Beweis für die Zweckmäßigkeit der Potentialverbindung, zumal zu berücksichtigen ist, daß nur die Differenz zwischen d- und b-Schaltung auf die Sekundärspulen der Seitentransformatoren entfällt. Denn die Differenz zwischen der b- und a-Schaltung stellt die Verluste in den Beanspruchungstransformatoren dar und die Kurve *a* die Verluste im sekundären Teile des mittleren Transformators. Das starke Anwachsen der Verluste bei der Glimmschaltung c ist außer dem ganz unbedeutenden Zuwachs durch Isolationsverluste lediglich auf Glimmverluste zurückzuführen.

Es sei noch erwähnt, daß das Übersetzungsverhältnis der gesamten Sekundärspannung zur gesamten Primärspannung bei den einzelnen Schaltungen bei verschiedenen Primärspannungen konstant blieb, daß aber bei den einzelnen Schaltungsarten Unterschiede bestanden. Wie Abb. 9 zeigt, ist es bei der a-Schaltung am kleinsten. Bei der b- und c-Schaltung erhält man rd 10%, bei der d-Schaltung rd 12% höhere Werte als bei der a-Schaltung. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die hochspannungsseitig zur Wirkung kommende Kapazität bei den verschiedenen Schaltungen verschieden ist, u. zw. scheint die Kapazität der Beanspruchungstransformatoren von der gleichen Größenordnung zu sein, wie diejenige der Hochspannungs-Seitentransformatoren bei der c-Schaltung.

Sämtliche Versuche wurden mit Wechselstrom aus dem städtischen Dreileiternetz von 2 × 120 V durchgeführt. Die Frequenz des

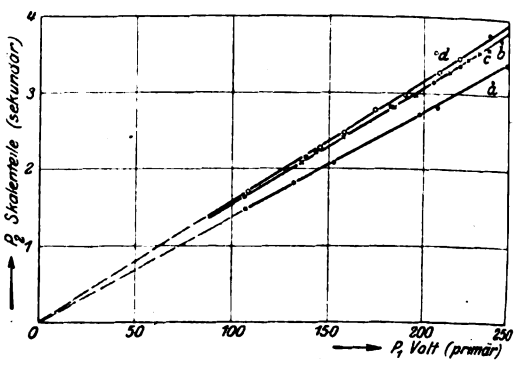


Abb. 9. Sekundärspannung in Abhängigkeit der Primärspannung bei den Schaltungen a—d.

Stromes betrug rd 46 in der Sekunde. Die Regulierung der Spannung erfolgte mit Vorschaltwiderständen.

Die Meßgenauigkeit beträgt bei Berücksichtigung der Angaben des statischen Hochspannungsvoltmeters und der Methode der Hochspannungsaddition rd ± 5%.

Messung der Leerlaufströme.

Für die weitere Auswertung der Wattmessungen ist es von Wichtigkeit, auch die in den Sekundärspulen fließenden Leerlaufströme zu bestimmen und diese in ihre Werk- und Leerkomponenten zu trennen.

Hierbei ist folgendes zu berücksichtigen:

Die Werkkomponente rührt von Glimmverlusten, von dielektrischer Hysterese und von Isolationsströmen her. Die letztgenannten Ströme sind im wesentlichen der Spannung proportional und von der Wechselzahl unabhängig.

Die dielektrischen Hystereseströme sind von der Wechselzahl abhängig und naturgemäß auch von der Spannung. Ähnlich verhalten sich die eigentlichen Kapazitäts- (Leer-) ströme.

Im Gegensatz hierzu stehen die Ströme, die von Glimmerscheinungen herrühren. Sie sind nicht den Momentanwerten der Spannung proportional, sondern setzen erst bei einer gewissen kritischen Spannung ein, um dann bei weiterer Steigerung der Spannung lawinenartig anzuwachsen. Infolgedessen setzt sich der gesamte Leerlaufstrom aus verschiedenen Teilströmen zusammen, die einmal mit verschiedener Phase fließen, und von denen der Glimmstrom unstet fließt. Denn nicht mit dem Nullwert der Spannung beginnend, setzt er erst bei einem bestimmten Spannungswert ein, steigt bis zum Maximalwert der Spannung an, um dann bei dem Rückgang der Spannung bei einem kleineren Werte als demjenigen bei dem er einsetzte, aufzuhören.

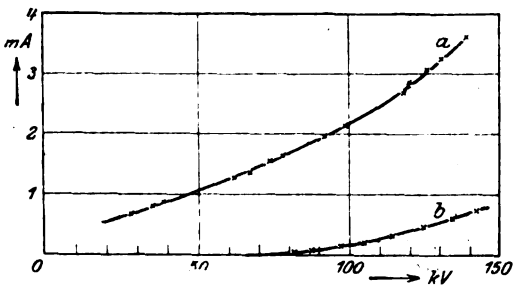
Die Messung der sekundären Leerlaufströme erfolgte wiederum in Abhängigkeit der sekundären Spannung. Zu diesem Zweck wurde das vorerwähnte Dynamometer, welches zuerst zu den Wattmessungen gedient hatte, als Milliamperemeter geschaltet und entsprechend der Abb. 3 in die Anzapfstellen der Sekundärwicklung des mittleren Hochspannungstransformators eingeschaltet.

Es zeigte sich nun, daß bei der Glimmschaltung c im Anfang die Leerlaufströme kleiner sind als bei der neuen Schaltung d. Bei größeren Spannungen überwiegen aber die Leerlaufströme der Schaltung c stark. Das kommt daher, weil bei kleinen Spannungen bei Schaltung c die Verluste klein sind, während die Schaltung d schon bei kleinen Spannungen wegen ihrer höheren Kapazität relativ hohe Ladeströme aufnimmt. Bei höheren Span-

Digitized by Google

nungen wachsen die Ladeströme nur proportional an, während bei Schaltung c die Verluste und damit die Glimmströme stark ansteigen und die Ladeströme bei der d-Schaltung überwiegen.

Durch Bestimmen der Hilfsspannung für die Spannungsspule des vorher benutzten Wattmeters und durch Eichen desselben ist es möglich, die Werkkomponente der Leerlaufströme zu ermitteln. Wie schon früher erwähnt, war die Wicklung, welche die Hilfsspannung lieferte, über die ganze Eisenlänge des mittleren Transformators verteilt. Mithin ist ihre EMK phasengleich und proportional der sekundären EMK des mittleren Transformators bzw. der gesamten EMK des Systems. Abb. 10 und 11 geben die gefundenen Leerlaufströme in Abhängigkeit von der sekundären Spannung wieder. Man sieht, daß bei der Glimmschaltung c die Kurve *a* des gesamten Leerlaufstromes Abb. 10 nicht pro-



a gemessener Leerlaufstrom der Glimmschaltung.
b aus Wattkurve berechneter Werkstrom derselben Schaltung.

Abb. 10.

portional der Spannung ansteigt, sondern konkav nach oben gekrümmt ist. Unter Berücksichtigung der früheren Wattmessungen und der Eichung des Wattmeters ist aus der Kurve des Leerlaufstromes der (phasengleiche) Werkstrom (Kurve *b*) berechnet. Der Werkstrom ist erst bei Beginn des hörbaren Glimmens (rd. 68 kV) deutlich nachweisbar und steigt mit wachsender Spannung stark an.

Ganz im Gegensatz hierzu stehen die Kurven des Leerlaufstromes, die mit der neuen d-Schaltung aufgenommen wurden. Sie haben sämtlich gradlinigen Verlauf. Dies deutet darauf hin, daß kein überlagerter Glimmstrom vorhanden ist, sondern läßt auf Ströme schließen, die proportional mit der Spannung anwachsen. Das sind aber nur dielektrische und Isolationsfehlerströme. Die Kurve d_α der Abb. 11 bezieht sich auf den

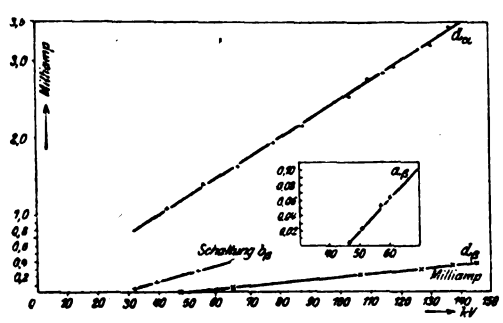


Abb. 11. Leerlaufströme der neuen d-Schaltung.

Leerlaufstrom der vollständigen d-Schaltung. Die Kurve d_β gibt den Anteil des Werkstromes der Kurve d_α wieder und ist aus dieser berechnet. Den Werkstrom, den der mittlere Transformator allein, d. h. bei abgeschalteten seitlichen Transformatoren (Abb. 6, Schaltung a) aufnimmt, zeigt die Kurve a_β; den Werkstrom, den die Beanspruchungs-Öltransformatoren und der mittlere Transformator aufnehmen, ist in der Kurve b_β wiedergegeben. Die Spannungen der beiden Kurven beziehen sich nur auf die mittlere Sekundärspule, die gesamte Spannung wäre demnach rd doppelt so groß. Auch bei den letzteren Kurven ist eine gute Proportionalität mit der Spannung vorhanden. Eine Trennung des dielektrischen Verluststromes und des Isolationsfehlerstromes wurde nicht vorgenommen. Letzterer ist in den vergossenen, sekundären Wicklungen der Hochspannungstransformatoren verschwindend klein, bei den ölisolierten Beanspruchungstransformatoren scheint er wegen der fraglichen Beschaffenheit des z. Zt. erhältlichen Öles größer zu sein.

Ermittelung der reinen Glimmverluste.

Wie wir vorher sahen, kann man die Summe der sekundären Leerlaufströme und mithin auch die Summe der Glimmströme durch Einschaltung eines geeigneten Meßinstrumentes in die Mitte der Wicklung bestimmen. Während nun die dielektrischen Ladeströme gegen die sekundäre EMK eine starke Phasenverschiebung haben, ist dies bei den Glimmströmen nicht der Fall. Sie sind phasengleich mit der sie erzeugenden EMK, und können mithin erhebliche Zerstörungen bewirken. Da durch das Glimmen gleichzeitig noch eine Kapazitätsvergrößerung eintritt, so ist mit dem Glimmstrom eine Vergrößerung des fast wattlosen dielektrischen Ladestromes verbunden.

Die Ladeströme nehmen proportional mit der Spannung zu, und sind deshalb angenähert proportional der Windungszahl. Weiterhin sind sie bestimmt durch die resultierende Kapazität gegen den Nullpunkt des Systems und die Frequenz des Wechselstromes.

Anders verhalten sich die Glimmströme. Sie sind bis zu einer gewissen Spannungsgrenze nicht nachweisbar. Bei einer kritischen Spannung setzen sie ein, und wachsen dann bei weiterer Zunahme der Spannung lawinenartig an.

Bezeichnen wir eine kleine Zunahme der Spannung mit dp und die dadurch hervorgerufene Änderung des Leerlaufstromes mit di, so ist der entstehende Wattverlust gleich

$$dW = di \,.\, dp \,.\, \cos\varphi \,.$$

Bis zu dem Einsetzen des Glimmstromes ist di proportional dp, dann aber folgt die Gleichung keiner direkt feststellbaren Gesetzmäßigkeit mehr, weil das Auftreten des Glimmens von sehr vielen Umständen abhängt. Hier spielt die Bauart des Transformators, das Material, der Luftdruck, die Temperatur eine Rolle, welche das Ausstellen einer allgemein gültigen Gesetzmäßigkeit verhindert.

Wir berechnen die Wattleistung des Leerlaufstromes, indem wir den in Abb. 10 aufgetragenen (phasengleichen) Werkstrom jeweils mit der zugehörigen Spannung multiplizieren, oder das Produkt des gesamten Leerlaufstromes, der zugehörigen Spannung und des $\cos\varphi$ der Phasenverschiebung zwischen beiden berechnen. Der Verlauf des letzteren ist unter Benutzung der Wattmetermessung aus dem gesamten Leerlaufstrom und der Spannung berechnet und in Abhängigkeit von dieser in Abb. 12 graphisch aufgetragen. Während bei der alten Schaltung $\cos\varphi$ von der kritischen Glimmspannung an stark ansteigt, ist bei der neuen Schaltung $\cos\varphi$ im Anfang größer. Die Kurve schneidet aber bei etwa 80 kV den Wert des $\cos\varphi$ bei Glimmschaltung und strebt dann asymptotisch einem Maximalwerte zu, der in der vorliegenden Versuchsanordnung bei rd 0,11 lag. Der weitere Verlauf der Kurve des $\cos\varphi$ für die Glimmschaltung konnte nicht verfolgt werden, weil bei weiterer Steigerung der Spannung und damit auch des Glimmens der vollkommene Zusammenbruch des Isolationsmaterials erfolgt wäre.

Der Glimmverlust kann graphisch oder rechnerisch durch folgende Überlegung gefunden werden.

Bei dem Erreichen einer gewissen kritischen Spannung tritt bei der Glimmschaltung c gerade Glimmen ein. In diesem Falle geht nur an den beiden Seitenpunkten des Systems Glimmstrom über, weil eben alle anderen Punkte geringere Spannung haben. Der Spannungspunkt, in welchem das Glimmen einsetzt, läßt sich durch das gleichzeitige Ausschlagen

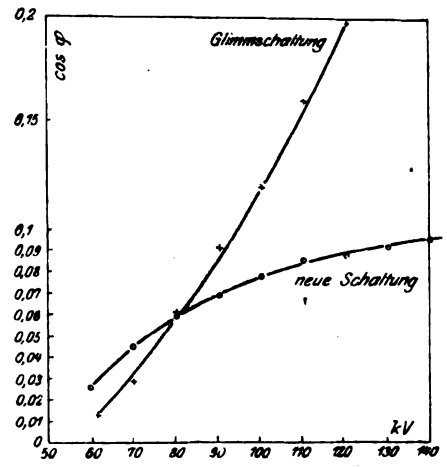


Abb. 12. Verlauf von $\cos\varphi$ des sekundären Leerlaufstromes in Abhängigkeit der Sekundärspannung.

des Wattmeters nachweisen oder, wenn auch ungenauer, durch Ohr und Auge ermitteln. Die Spannung betrage dann P_1 kV, und es fließe ein Werkstrom Δi_1 mA, welcher sehr klein sei. Der Verlust ist mithin in Watt gleich.

$$W_1 = P_1 \,.\, \Delta i_1 \,.$$

Steigert man nun die Spannung um den Betrag ΔP, so ist

$$P_2 = P_1 + \Delta P.$$

Die Spannung P_1 herrsche nun an der vorletzten Windung, die Spannung P_2 an der äußersten. Dann geht an der vorletzten Windung, entsprechend der Spannung P_1, ein Glimmstrom Δi_1 über, während an der äußersten Windung ein Glimmstrom Δi_2 entsteht.

Es muß mithin, wenn jetzt ein gesamter Werkstrom i_2 gemessen wird,

$$\Delta i_2 = i_2 - \Delta i_1 \text{ sein.}$$

Die Zunahme des Wattverlustes wird nun

$$W_2 = P_2 \,.\, \Delta i_2 = P_2 \,.\, (i_2 - \Delta i_1) \,.$$

Der gesamte Glimmverlust ist mithin

$$W = W_1 + W_2 \,.$$

Je mehr man mithin die Spannung steigert, umsomehr wandert das Glimmen nach der Mitte des Systems hin, während an den Seiten das Glimmen immer stärker wird.

Allgemein läßt sich der Wattverlust, der sich bei der Steigerung der Spannung von P_{n-1} auf P_n ergibt, schreiben

$$W_n = P_n \,.\, \Delta i_n = P_n \,.\, (i_n - i_{n-1}) \,.$$

Der gesamte Wattverlust ist demnach

$$W = W_1 \, W_2 \, W_3 + \ldots\ldots\ldots + W_n \,.$$

Hinreichend genau läßt sich der Glimmverlust mit dem graphischen Verfahren ermitteln. In Abb. 13 ist der Werkstrom in

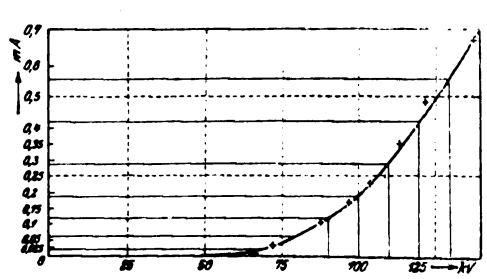


Abb. 13. Graphische Ermittlung der Glimmverluste.

Digitized by Google

mA, der bei der Glimmschaltung *c* auftritt, in Abhängigkeit der Spannung in kV aufgetragen.

Die Fläche, welche von der Ordinate und der Kurve, sowie der Projektion der letzteren auf die Ordinate gebildet wird, gibt den jeweiligen Gesamtverlust für die zugehörige Spannung. Ebenfalls kann man für beliebige Teilspannungen durch Projektion des zugehörigen Kurvenstückes auf die Ordinate und Ausmessen dieser Teilfläche den Wattverlust einer beliebigen Teilspannung bestimmen. Man sieht, wie rasch die Verluste anwachsen; es ergeben sich folgende Werte:

Effektivspannung in kV im Transformatorteil	Verlust der Glimmschaltung c in Watt	
	im Teile des Transformators	zusammen
von 0 bis 70	1,3	1,3
„ 70 „ 80	3,1	4,4
„ 80 „ 90	4,7	9,1
„ 90 „ 100	6,7	15,8
„ 100 „ 110	10,7	26,5
„ 110 „ 120	15,6	42,1
„ 120 „ 130	16,9	59,0
„ 130 „ 140	21,7	80,7

Die Tabelle zeigt deutlich, wie ungleichmäßig die Verluste in ihrer örtlichen Lage, wo sie auftreten, verteilt sind. Während die mittleren Teile des Transformators fast verlustfrei sind, treten an den äußeren Teilen Wattverluste auf, die sehr wohl bei Dauerbetrieb erhebliche Übertemperaturen veranlassen können, zumal die erzeugte Wärme da, wo sie auftritt, recht schlecht abgeleitet wird.

Von diesen Gesamtverlusten der c-Glimmschaltung wurden die reinen Glimmverluste durch folgende Überlegung erhalten.

Die gesamten Verluste der c-Schaltung enthalten außer den Glimmverlusten diejenigen durch dielektrische Hysterese und den Isolationswiderstand hervorgerufenen. Die beiden letzteren sind aber allein nur bei der d-Schaltung vorhanden, u. zw. vermehrt um diejenigen Verluste, welche durch die ölisolierten Beanspruchungstransformatoren entstehen. Diese sind aber gleich der Differenz der b- und der a-Schaltung (siehe S. 384). Bezeichnet man den Wattverlust *W* entsprechend mit dem Index der Schaltung, so ist

$$W_{\text{Öltransf.}} = W_b - W_a .$$

Folglich sind die reinen Glimmverluste der c-Schaltung gleich

$$W_c' = W_c - [\,W_d - (W_b - W_a)\,]$$

Oder in Worten: Die reinen Glimmverluste der c-Schaltung sind gleich den gesamten Verlusten der c-Schaltung abzüglich der dielektrischen und Isolationsverluste der d-Schaltung, vermindert um die Verluste in den ölisolierten Beanspruchungstransformatoren.

Diese Rechnung, mit den Werten der Kurven Abb. 11 durchgeführt, ergab

kV	W_d Verlust der neuen Schaltung in Watt	W_c Verlust der Glimmschaltung in Watt	$W_{Öl}$ Verlust in den Öltransformatoren in Watt	W_c' reiner Glimmverlust der c-Schaltung in Watt
100	9,75	15,8	4,5	10,55
120	15,50	42,1	7,2	33,8
140	24,5	80,7	10,5	66,7

Der gesamte Verlust steigt in diesem Falle annähernd mit der 5. Potenz, der reine Glimmverlust mit der 4. Potenz; es ist zu vermuten, daß sich je nach der Bauart diese Zahlen etwas ändern werden, denn das Glimmen hängt doch von recht vielen Umständen ab, die sich zum großen Teile bei der Herstellung der Transformatoren nicht kontrollieren lassen.

Kontrollversuche.

Zum Schluß der Untersuchung wurde zur Kontrolle das Milliamperemeter, welches bei den früheren Messungen in der Mitte der Sekundärwicklung des mittleren Hochspannungstransformators eingebaut war, in die Zuleitung zu dem seitlichen Hochspannungstransformator eingeschaltet. Es war hierbei ebenfalls hochspannungsführend und wurde deshalb durch einen Käfig aus engmaschigem Kupfernetz, welcher mit der Wicklung verbunden war, gegen statische Beeinflussung geschützt.

Die dort fließenden Ströme wurden sowohl bei der c-(Glimm-)Schaltung als auch bei der neuen d-Schaltung in Abhängigkeit von der primären Spannung beobachtet. Ein Volt primär entspricht rd 0.6 kV sekundär.

Bei der d-Schaltung, wo keine Glimmverluste auftreten, haben die in den Sekundärwicklungen der seitlichen Transformatoren fließenden Ströme fast die gleiche Phasenverschiebung wie diejenigen des mittleren Hochspannungstransformators. Mißt man einmal die Ströme in der Mitte des letzteren bei abgeschalteten Seitentransformatoren, und einmal die Ströme, die in die seitlichen Transformatoren hereinfließen, so muß die algebraische Addition derselben ungefähr den gesamten Strom ergeben, den man in der Mitte des Systems bei angeschlossenen Seitentransformatoren beobachtet.

Anderseits muß bei der analogen Messung in der c-(Glimm-)Schaltung die Summe der durch Einzelmessung gefundenen Ströme größer sein als der gemessene Gesamtwert des Stromes, denn während die Leerlaufströme im mittleren Transformator wegen des Fehlens der Glimmverluste eine sehr große Phasenverschiebung gegen die sie erzeugende EMK haben, sind die Leerlaufströme der seitlichen Transformatoren wegen der dort auftretenden Glimmverluste bedeutend weniger phasenverschoben. Der Versuch bestätigte die Richtigkeit der Annahme. In der beistehenden Tabelle bezeichnen:

i_m = Leerlaufstrom der mittleren Sekundärspule allein, die seitlichen Transformatoren sind abgeschaltet.

i_g = Glimmerleerlaufstrom der Sekundärwicklung der seitlichen Transformatoren in der c-(Glimm-)Schaltung.

J_c = gesamter Leerlaufstrom in der Mitte der c-Schaltung.

i_l = Ladestrom der seitlichen Transformatoren einschließl. der Beanspruchungstransformatoren bei der d-Schaltung.

J_d = gesamter Leerlaufstrom in der Mitte der d-Schaltung.

P_1	i_m	i_g	i_l	$i_m + i_g$	$> J_c$	$i_m + i_l$	$= J_d$
90	0,49	0,89	0,92	1,38	1,12	1,41	1,40
100	0,51	0,96	1,0	1,47	1,24	1,51	1,54
110	0,54	1,06	1,1	1,60	1,38	1,64	1,68
120	0,56	1,14	1,22	1,70	1,54	1,78	1,82
130	0,58	1,25	1,32	1,83	1,68	1,90	1,95
140	0,60	1,35	1,43	1,95	1,81	2,03	2,08
150	0,63	1,43	1,55	2,06	1,94	2,18	2,24
160	0,68	1,52	1,66	2,2	2,06	2,34	2,37
170	0,73	1,62	1,79	2 35	2,20	2,52	2,54
180	0,80	1,76	1,93	2,56	2,38	2,73	2,70

Anwendung der Messung der sekundären Leerlaufströme bei der Prüfung von Hochspannungstransformatoren.

Im Allgemeinen kann man trockene Hochspannungstransformatoren nicht vorher auf ihre Dauerhaftigkeit prüfen. Da man aber die Glimmströme in den allermeisten Fällen für die vorkommenden Durchschläge verantwortlich machen muß, kann man aus der Messung der in der Mitte der Sekundärwicklung des Transformators fließenden Leerlaufströme wertvolle Schlüsse ziehen. Trägt man die bei gleichbleibender Frequenz aufgenommenen Werte in Abhängigkeit der primären oder sekundären Spannung auf, so ergibt sich entweder eine gerade Linie oder eine nach oben konkav gewölbte Kurve. Im ersteren Falle sind nur dielektrische und Isolationsströme vorhanden, im zweiten Falle außer diesen noch überlagerte Glimmströme. Diese deuten unzweifelhaft darauf hin, daß der Transformator Stellen besitzt, die mehr oder weniger auf Durchbruch gefährdet sind. In vielen Fällen läßt sich durch diese relativ einfache Messung Geld und Zeit sparen.

Anwendungsgebiete des neuen Transformatorensystems.

Aus den Bedürfnissen der Röntgentechnik entstanden, wo durch Streben nach immer höheren Spannungen zu den Zwecken der Tiefentherapie ein starkes Bedürfnis nach Apparaten vorlag, die auch für einen täglichen Dauerbetrieb von 8 bis 10 h vollkommen betriebssicher arbeiteten, hat das neue System zuerst hier Eingang gefunden.

Eine Reihe solcher Apparate[1]) hat sich z. T. weit länger als Jahresfrist im täglichen Dauerbetrieb bei den ungünstigsten Beanspruchungsverhältnissen in großen Krankenhäusern gut bewährt. Die sonst unvermeidlichen Durchschläge der Hochspannungstransformatoren sind, trotz der hohen Spannung von durchschnittlich 130 bis 150 kV effektiv und dem engen Zusammenbau in einem Schranke, nicht eingetreten. Es steht zu erwarten, daß im Verein mit der gasfreien Glühkathoden-Röntgenröhre, die sich jetzt schon für die Zwecke der Tiefentherapie als außerordentlich brauchbar erwiesen hat, dem beschriebenen Transformatorsystem ein weites Arbeitsgebiet insbesondere in der Heilwirkung auf tiefliegende Krankheitsherde (Krebs, Tuberkulose) zum Segen der leidenden Menschheit erwachsen wird.

Ist es doch jetzt schon praktisch möglich, durch Anwendung sehr hoher Spannung in den Bereich des Röntgenspektrums zu gelangen, in dem eine der Radiumstrahlung analoge Wirkung erzielt wird.

Diese äußerst durchdringungsfähige kurzwellige Strahlung ersetzt die Intensität größerer Mengen des Radiums *B* fast vollständig. Es wurde bisher von **Dessauer** bei 308 kV ein Absorptionskoeffizient im Aluminium von 0,239, entsprechend einer Wellenlänge von $\lambda = 1{,}42 \cdot 10^{-9}$, erreicht. Die Wellenlänge der härtesten *K*-Linie des Radiums *B* ist $\lambda = 1{,}37 \cdot 10^{-9}$.

Weiterhin ist das System in allen den Fällen, wo es sich lediglich um eine Erzeugung hoher Wechselspannungen (z. B. in Prüfanlagen) handelt, berufen, Anwendung zu finden. Liegt Veranlassung vor, so ist die Wechselspannung durch rotierende Hochspannungsschalter oder Glühkathodenventile ohne Schwierigkeit gleichzurichten.

Die Bedeutung dieser hochgespannten, gleichgerichteten Spannung ist ständig im Wachsen begriffen, nachdem die Versuche mit elektrostatischen Trennungsanlagen bemerkenswerte Fortschritte gemacht haben (sogenannte Rauchverzehrungsanlagen), die namentlich in Industriegegenden manche lästige Plage für Arbeiter und Anwohner beseitigen werden.

Weiterhin lassen sich mit Erfolg Entstaubungsanlagen und solche zur Trennung staubförmiger Körper verschiedenen spez. Gewichts oder verschiedener Größe bauen. Es ist anzunehmen, daß die Trennung um so intensiver erfolgt, um so höher die Gleichspannung ist. Die benötigten Energiemengen sind gering, so daß in diesen Fällen die Vorteile des neuen Transformatorensystems zur Geltung kommen, wenn es sich um Spannungen über 50 kV handelt.

Durch passende Dimensionierung ist natürlich auch die Entnahme größerer Hoch-

[1]) Von den Veifa-Werken Frankfurt a. M. unter dem Namen „Intensiv-Reformapparate" in den Handel gebracht.

Digitized by Google

spannungsleistungen möglich. Versuche in dieser Richtung bei einer Spannung von 500 kV maximal und einer Leistung von 5 bis 10 kW haben ebenfalls befriedigende Ergebnisse gebracht, die jedoch z. Zt. noch nicht abgeschlossen sind.

Durch die Möglichkeit des leichten Ausbaues bestehender Anlagen, durch den geringen Raumbedarf und erhöhte Betriebssicherheit bei billiger Bauart ist dieses Transformatorensystem für mancherlei andere technische und wissenschaftliche Zwecke verwendungsfähig.

AUSLANDBERICHTE.

Staatliche Stromversorgung Hollands.[1])

H. Doyer hat die Frage untersucht, auf welche Weise man zu einer wirtschaftlichen Stromversorgung Hollands kommen könne[2]); er nimmt dabei zunächst einmal jungfräuliches Gebiet an und vergleicht die drei Fälle, daß 100 Gemeindekraftwerke, 7 provinziale Kraftwerke oder 3 Reichszentralen die Stromerzeugung besorgen. An Hand der von Gear und Williams für Chicago gefundenen Verschiedenheitsfaktoren werden dann Anschlußwert, Verbrauch und Höchstbelastung für Licht- und Kraftstrom geschätzt, wobei als Grenze zwischen Kleinindustrie und Großbetrieb in Übereinstimmung mit der Statistik des staatlichen Arbeitsamtes 7,36 kW gelten. Das Ergebnis kann wie folgt zusammengefaßt werden:

Zahlentafel 1.

	Stromerzeugung durch		
	Gemeinden	Provinzen	das Reich
Zahl der Kraftwerke . . .	100	7	3
Mittlere Größe der Kraftwerke . . . . . kW	2584	43 000	117 000
Zu versorgendes Gebiet km²	300	4300	10 000
Anlagekosten für 1 kW M	425	238	187
Belastungsfaktor	0,197	0,26	0,31
Verschiedenheitsfaktor . .	1,48	1,66	1,74
Höchstbelastung . in kW	1938	33 571	86 333
Benutzungsdauer des Maximums . . . . in h	1726	2290	2713
Größte angeschlossene Fabrik . . . . . in kW	84	315	736

Von den in Fabriken insgesamt vorhandenen 300 000 kW Maschinenleistung wird ziemlich willkürlich angenommen, daß Fabriken mit mehr als 736 kW überhaupt nicht, solche über 315 kW nicht an provinziale Werke, über 84 kW nicht an städtische Elektrizitätswerke angeschlossen werden. Da mit zunehmender Größe des zu versorgenden Gebiets der Anschlußwert, der Verschiedenheitsfaktor und die Benutzungsdauer steigend angenommen wurden, muß die Stromerzeugung mit der Größe der Werke günstiger werden. Dieser Schluß ist allgemein bekannt und zweifellos richtig, wenn auch die Begrenzung der Kraftanschlüsse und die wirkliche Größe der Gruppenverschiedenheit unsicher und willkürlich erscheinen, wie auch die Annahme von 100 städtischen Werken. Diese liefern Strom unter 6000 bis 10 000 V die Provinzen unter 50 kV, das Reich unter 100 kV. Die drei Reichswerke sind am Y, an der Mündung der Maas und der Yssel gedacht. Provinzen und Reich liefern an Unterwerke, worin der Strom auf 6 bis 10 kV herabtransformiert wird, durch etwa 3000 km oberirdischer Leitung.

Über die weitere Verteilung verbreitet sich H. Doyer nicht. Es ist also nicht deutlich, wie sich der Verfasser zu dieser wichtigen Frage stellt. Die 50 kV-Leitung ist mit 15 300 M, die 100 kV-Leitung mit 17 000 M für 1 km eingestellt. Um so erstaunlicher ist es, daß für beide Spannungen der gleiche und überdies recht hohe Betrag von 119 M für das kW eingesetzt wurde.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1914, S. 847, 1067; 1917, S. 325.

[2]) H. Doyer, „Eene Ryks-Electriciteitsvoorziening van Nederland". 2 S. u. X Beilagen in 4°. Verlag von J. Waltman jr. Delft 1916. Preis 1 fl.

Zahlentafel 2. Anlagekosten der Werke in Millionen M.

	100 Gemeindewerke 0 bis 10 kV	7 Provinzwerke 50 kV	3 Reichswerke 100 kV
Freileitungen . . .	—	45,80	51,00
Unterwerke	—	35,00	38,50
Bezirksnetze. . . .	72,80	77,20	80,00
	72,80	158,00	169,50
Dazu Kraftwerke .	108,80	71,30	65,30
Unvorhergesehenes und Abrundung .	8,52	10,35	11,42
	190,12	239,65	246,22

Nach Torchios Vortrag auf dem Turiner Kongreß kosten Unterwerke in M/kW

	bei 40000 kW	bei 20000 kW	bei 5000 kW
44 kV .	10,30	11,60	19,50
110 kV .	15,15	17,50	31,50

einschließlich der Gebäude. Rechnet man hierfür höhere Kosten als Torchio annahm, und schätzt man als Leistung eines Unterwerks etwa 5000 kW, dann kann dies in roher Annäherung bei 50 kV vermutlich für etwa 255000 M, bei 110 kV für etwa 340 000 M erstellt werden. Dann würde 1 kW bei 50 000 V 51 M und bei 100 000 V 68 M kosten, und die gesamten Anlagekosten würden für die Provinzen $^3/_7$ 35,0 = rd 20 Mil. und für das Reich $^4/_7$ 38,50 = rd 16,5 Mil. geringer werden. Über die Größe der Unterwerke ist nichts gesagt. Nach reichlichen Abschreibungen und redlichen Annahmen für den Betrieb errechnet der Verfasser die folgenden Ergebnisse:

Zahlentafel 3.

	Gemeinden	Provinzen	Reich
Anlagekapital . . . Mill. M	194,3	238,0	256,0
Zinsen und Abschreibungen für 1 kWh . . . . . Pf	5,94	4,35	3,40
Kohlen für 1 kWh . . . Pf	2,04	1,48	1,27
Gehälter, Löhne usw. für 1 kWh . . . . . Pf	2,76	1,74	1,36
Verteilung . . . . . Pf	1,78	1,97	1,53
Insgesamt für 1 verkaufte kWh. . . . . Pf	12,52	9,54	7,56
Reingewinn . . . . Mill. M	2,075	2,800	8,284
In % des Anlagekapitals. .	1,1	1,2	3,35

Die letzten Zahlen werden nicht mitgeteilt. Der Reingewinn ist die Spannung zwischen Erzeugerpreis und Großverkaufspreis. So findet man in der Gewinn- und Verlustrechnung bei den Reichswerken:

Einnahmen

Feste Gebühr für 0,102 Mill. kW Kraft .	18,020
„ „ „ 0,148 „ „ Licht .	27,750
„ „ „ 0,025 „ „ Bahnen	1,700
668 150 Mill. kWh zu je 1,7 Pf.	11,359
	58,829

Ausgaben.

668,150 Mill. kWh zu je 7,565 Pf. =	50,545 Mill. M
Überschuß nach Abschreibung und Zinszahlung	8,300 „ „
	58,812 Mill. M

Im Mittel werden als feste Gebühr also 170 M/kW berechnet, als laufende Kosten 1,7 Pf/kWh. Die feste Gebühr ist für Fabriken von 136 bis 85 M so abgestuft, daß die Ausgaben bei eigenem Betrieb dieselben bleiben wie beim Anschluß an eines der Netze. Doyer errechnet, daß das Anlagekapital 6,1%, 6,2% und 8,35% Dividende abwirft, indem er zum Reingewinn die Zinsen von 5% zuzählt. Selbst wenn man annimmt, daß noch genügender Zwischengewinn erzielt werden kann, um die Kosten der Verteilung zu decken, erscheinen die zugunsten der Reichszentrale angeführten Gründe nicht zwingend. Dies ist um so weniger der Fall, als in den letzten 2 bis 3 Jahren die Provinzen Groningen, Friesland, Nordbrabant, Nordholland und Overyssel eigene Kraftwerke und Netze erbaut oder erworben haben, Gelderland und Utrecht zum Bau von Hochspannungsnetzen ohne eigene Erzeugung sich entschlossen haben und Südholland, das reichlich, Zeeland, das spärlich versorgt ist, die provinziale Regelung der Elektrizitätsversorgung zur Hand genommen haben.

Doyer weist auch auf die Tatsache hin, daß am 1. I. 1913 bereits 87 500 kW mit einem Gesamtaufwande von 58,6 Mil. M vorhanden und außerdem in privaten Fabriken 0,146 Mill. kW zur Erzeugung von elektrischem Strom in Betrieb waren. Scheidet man die Maschinen über 736 kW aus, dann bleiben etwa 0,113 Mill. kW übrig, die von Reichswegen versorgt werden könnten. Dazu kämen dann nach Ansicht Doyers für die Elektrisierung der Hauptbahnen 0,250 Mill. kW mit etwa einer Milliarde kWh, so daß die Reichswerke zusammen etwa 500 000 kW Leistung und etwa 1,7 Milliarden kWh Umsatz erhielten. Die 31 Gemeinden mit über 20 000 Einwohnern, die alle versorgt sind oder in kurzem versorgt werden, haben zusammen etwa 2 ½ Mill. Einwohner, also etwa die Hälfte der Bevölkerung. Wollte man die übrigbleibenden Teile und später die Bahnen durch das Reich mit Elektrizität versorgen, dann könnte diese Unternehmung erst nach einiger Zeit zinstragend werden. Der Zweck würde jedoch nicht erreicht. Dieser ist nämlich, „ganz Niederland soweit möglich bis in die entferntesten Winkel mit Strom zu versehen zu dem geringst möglichen Preis". Da also die „Milch abgerahmt" ist, und erworbene Rechte geschont werden sollen, schlägt Doyer vor, neben jedes Drehstromkraftwerk ein Umformerwerk zu setzen und Erweiterung der bestehenden Kraftwerke zu verbieten. Gleichstromwerke dürften weder das Kraftwerk, noch das Netz ausbauen, sondern müßten den Mehrbedarf beziehen, kleine Werke müßten gegen Entschädigung übernommen werden. Verfasser erkennt die Schwierigkeit der Lösung, hält sie jedoch für möglich und nötig. Er verweist darauf, daß ähnliche Bestrebungen sich in England (E. T. Williams), in Preußen (G. Klingenberg) und in Sachsen zeigen.

Obgleich der Berichter weder allen Einzelheiten zustimmt, noch mit der ganzen Richtung der vorliegenden Studie sympathisiert, erkennt er gern an, daß in ihr viel wertvolle Baustoffe zu finden sind, und daß die Arbeit ernst und gewissenhaft durchgeführt ist. Selbst von denen, die hier ein staatliches Eingreifen in die Elektrizitätswirtschaft wünschen, geht nur ein Teil so weit wie Doyer, ein anderer Teil hält die Regelung des Wegerechts für nötig und ausreichend.

C. Feldmann.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Einfluß der Temperatur auf die Lichtempfindlichkeitskurven verschiedener Arten von Selenzellen.

[E. O. Dieterich. The Electrician. Bd. 78, S. 505, nach Physical Review.]

Es kamen drei Zellen zur Untersuchung. Sorte A, die kein irgendwie geartetes Maximum im Roten aufweist; Sorte C, bei der das Maximum im Roten höher als im Blauen ist. Um den Einfluß der Temperatur zu bestimmen, wurden die Selenzellen in einen aus Gips hergestellten elektrischen Ofen gebracht, der mit Windungen eines Nickelchromdrahtes versehen war. Das Licht fiel durch ein Glimmerfenster auf die Selenzelle. Wenn irgend angängig, wurden Beleuchtungen von einer halben Sekunde genommen, da bei dieser kurzen Beleuchtung die Ermüdung der Zellen geringer als bei längerer Beleuchtung ist. Bei höheren Temperaturen wurde die Empfindlichkeit der Zellen aber so gering, daß notgedrungen längere Beleuchtungszeiten gewählt werden mußten. Im Falle der Zellen von der Sorte A nimmt bei höheren Temperaturen die Empfindlichkeit im Blauen merklich ab, während sie im Roten kaum beeinflußt wird, trotzdem tritt auch bei den höchsten erreichten Temperaturen kein Maximum im Roten ein. Aus dem Verhalten der Zellen von der Sorte A konnte geschlossen werden, daß bei den Zellen mit einem Maximum im Roten dieses

Digitized by Google

Maximum weiter nach dem langwelligen Teile des Spektrums rücken würde. Diese Vermutung bestätigte sich, und die Ergebnisse stehen mit Versuchen von Elliott in Übereinstimmung, der festgestellt hatte, daß bei der Temperatur der flüssigen Luft das Maximum nach den kürzeren Wellenlängen wandere. Durch die Erwägung wird die charakteristische Empfindlichkeitskurve bei Zimmertemperatur nicht beeinflußt, das Maximum kehrt bei Abkühlung vielmehr an seinen ursprünglichen Platz wieder zurück. *lx.*

Wolframelektrodenverlust in Wasserstoff.

[Physical Review, Bd. 9, S. 573.]

Bei Kohlenelektroden hat Duffield an der Kathode einen Elektrodenverlust von einem Kohlenstoffatom auf vier Elektronen gefunden. G. M. J. Mac Kay und C. V. Ferguson können nun keine solchen Verluste beobachten, wenn der Lichtbogen zwischen Wolframelektroden in Wasserstoff brennt; im Gegenteil nimmt die Kathode an Gewicht zu, aber die Anode nimmt allerdings ab. Die Elektrodentemperaturen, mit dem Holborn-Kurlbaumschen Pyrometer gemessen, wurden an verschiedenen Stellen bestimmt und liegen im Intervall von 2469 bis 3151° abs. Demzufolge läßt sich der Gewichtsverlust der Anode durch Verdampfung erklären. Aber ein Teil der verdampften, positiv geladenen Atome wandert zur Kathode und vergrößert ihre Masse. Für die Einheit der Ladung werden etwa 10^{-4} Atome übergeführt. *Zdr.*

Effekt der verteilten Kapazität in einlagigen Solenoiden.

[Physical Review, Bd. 9, S. 529.]

Hier wird von J. C. Hubbard eine genaue Meßmethode der elektrischen Schwingungsperioden beschrieben, von deren Wert die effektive oder verteilte Kapazität von einlagigen, einerseits an Erde angeschlossenen Spulen über einen weiten Bereich von Spulenabmessungen abhängig ist. Der Verfasser findet die Beziehung zwischen dem Quadrat der Periode und der äußeren Kapazität der Spule sehr genau linear bis zu der ersten Eigenperiode der Spule. Für Spulenlängen gleich dem Spulendurchmesser ist die verteilte Spulenkapazität praktisch numerisch gleich dem Spulenradius in cm; bei viermal vergrößerter Spulenlänge nimmt sie nur um etwa 25% zu. Dies ist mit Drudes Ergebnissen übereinstimmend. Das Verhältnis „v" der elektromagnetischen zur elektrostatischen Elektrizitätsmengeneinheit kann mit dieser Methode sehr genau bestimmt werden, desgleichen absolute Kapazitäten, Induktanzen und Dielektrizitätskonstanten. *Zdr.*

Die magnetischen Eigenschaften von Eisen, Nickel und Kobalt.

[Physical Review, Bd. 9, S. 412.]

E. M. Terry hat die magnetischen Eigenschaften von Eisen, Nickel und Kobalt von ihren Curieschen Umwandlungspunkten bis über ihre Schmelzpunkte hinaus nach einer von Faraday stammenden Methode im ungleichförmigen Felde untersucht und mit Ausnahme von Nickel keine Übereinstimmung mit dem Curieschen Gesetz gefunden. Seine Messungen weichen auch von denen von Weiß und Foëx erheblich ab. Die Quantentheorie Keesoms für den Magnetismus gibt qualitativ ungefähr das Richtige, ist aber noch zu vervollkommnen. Mit der Annahme einer großen Nullpunktsenergie in der Planckschen Gleichung lassen sich die Versuchsergebnisse nicht in genügende Übereinstimmung mit der Theorie bringen. *Zdr.*

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Außerberufliche Funkentelegraphenstationen.

Die Errichtung und der Betrieb außerberuflicher funkentelegraphischer Stationen zum Auffangen wie zum Senden von Signalen ist schon im Frieden Staatsmonopol gewesen, das vom Reichspostamt verwaltet wurde und seit Kriegsbeginn auf das Kriegsministerium übergegangen ist. Nur mit Genehmigung des Kriegsministeriums dürfen demnach funkentelegraphische Empfangs- und Sendeanlagen von Privatpersonen errichtet und zu Versuchs- bzw. Prüfungszwecken betrieben werden. Die Zulassung derartiger Privatstationen kann im Interesse der militärischen Anlagen, der Spionageabwehr und des Zensurverbotes nur in sehr beschränktem Umfange erfolgen. Sie ist unter Nachweisung der unbedingten Notwendigkeit bei der Funkentelegraphenleitung Heimat, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 152, zu beantragen. Nach unerlaubt errichteten Privatfunkenstationen, die meistens der Spionage dienen, wird ständig gefahndet. Sie verfallen der Beschlagnahme und ziehen Bestrafung für den Erbauer nach sich. Um auch die Mitarbeit weiterer Kreise an der Bekämpfung dieser Funkentelegraphenspionage zu fördern, werden für das Auffinden solcher Stationen Belohnungen bezahlt. Die Größe der Belohnung wird in jedem Einzelfall festgesetzt, sie kann bis zu 100 M betragen und in besonders begründeten Fällen auch darüber hinaus erhöht werden. Alle Mitteilungen über Entdeckung derartiger Stationen sind gleichfalls an die Funkentelegraphenleitung Heimat zu richten. *K. M.*

Drahtlose Telegraphie in den Vereinigten Staaten.

[Electrical Review, Nr. 2097 v. 1. II. 1918.]

Die Kette von funkentelegraphischen Großstationen, deren Errichtung im Jahre 1912 vom Kongreß beschlossen worden ist, wurde im Dezember durch die Eröffnung der Cavite-Station (Philippinen) geschlossen. Die diese Kette bildenden Stationen heißen Arlington, Darien, San Diego, Pearl Harbour und Cavite.

Durch die Pan-American Wireless Telegraph and Telephone Co., eine neue Delaware-Gesellschaft, wird eine Reihe von funkentelegraphischen Großstationen errrichtet werden, die die Vereinigten Staaten mit Mexiko und Mittel- und Südamerika verbinden und dem Handelsverkehr dienen sollen. In den Vereinigten Staaten und in Argentinien soll mit dem Bau sofort begonnen werden. Die neue Gesellschaft hat das Gebrauchsrecht für alle Patente und Rechte der amerikanischen und englischen Marconi-Gesellschaften sowie das Poulson-Petersen-System erworben.

Die Marconi Wireless Telegraph Co. of America, die infolge ihrer starken Beteiligung an der Pan-American Wireless Telegraph and Telephone Co. diese beherrscht, hat jetzt ihr Arbeitsgebiet über ganz Amerika ausgedehnt, während sie früher auf die Vereinigten Staaten und deren Kolonien beschränkt war, indem alle auswärtigen Stationen von ausländischen Gesellschaften betrieben wurden.

Edward J. Nally wurde zum Vorsitzenden der Pan-American Wireless Telegraph and Telephone Co. gewählt und der Senator John W. Griggs zum Aufsichtsratsvorsitzenden. *Rp.*

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Einfachübertragungen in Telegraphenleitungen für den Hughes-Betrieb.

[Elektrotechn. u. Maschinenb., Bd. 36, S. 165, und Telegr.- u. Fernspr.-Techn., Bd. 7, S. 26.]

Eine gut arbeitende Übertragung für Hughes-Leitungen setzt voraus, daß Vorsorge getroffen ist, die schädlichen Einwirkungen des Rückstroms auf die Senderelais unschädlich zu

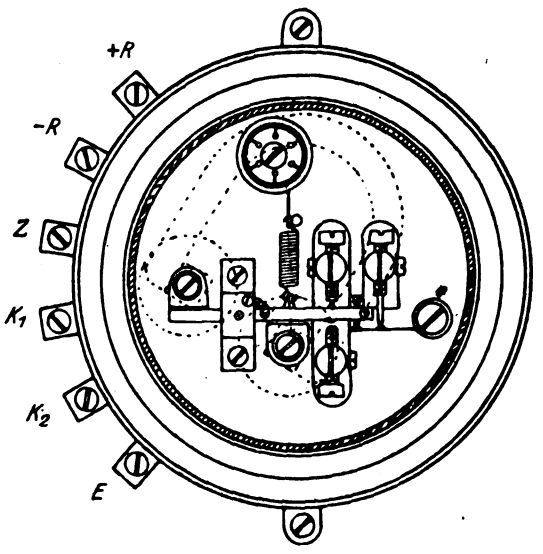


Abb. 1. Polarisiertes Telegraphenrelais mit Erdkontakt.

machen und eine schnelle Entladung der Leitung im Anschluß an die Zeichen herbeizuführen. Die Schaltung von d'Arlincourt sieht deshalb außer den beiden Linienrelais noch zwei Orts- und zwei Erdungsrelais, also im ganzen 6 Relais, vor. Englische Schaltungen arbeiten mit zwei Linien-, zwei Orts- und zwei Verzögerungsrelais unter Benutzung von Doppelstrom. Zelisko macht den Vorschlag, um die Zahl der Relais, die aufeinander abgestimmt sein müssen, herabzusetzen, nur zwei Linienrelais vorzusehen, indem er die Beseitigung des Rückstroms und die schnelle Entladung der Leitung durch eine dem Relaisanker angefügte Erdungsfeder mit Kontakt bewirkt. Diese Feder erdet bei der Vor- und Rückwärtsbewegung des Ankers vorübergehend die Relaiszunge und somit die Leitung. Abb. 1 läßt die Bauart des Relais und Abb. 2 die Schaltung der Übertragung erkennen. Baumgartner schlägt in der

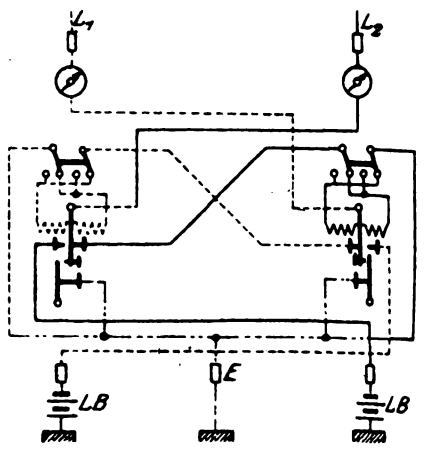


Abb. 2. Übertragung mit Erdungsrelais.

Telegr.- u. Fernspr.-Techn. für denselben Zweck eine abgeänderte 6 Relais-Schaltung vor, für die neutrale Relais verwendet werden können. Bei dieser Schaltung wird, wie die Abb. 3 erkennen

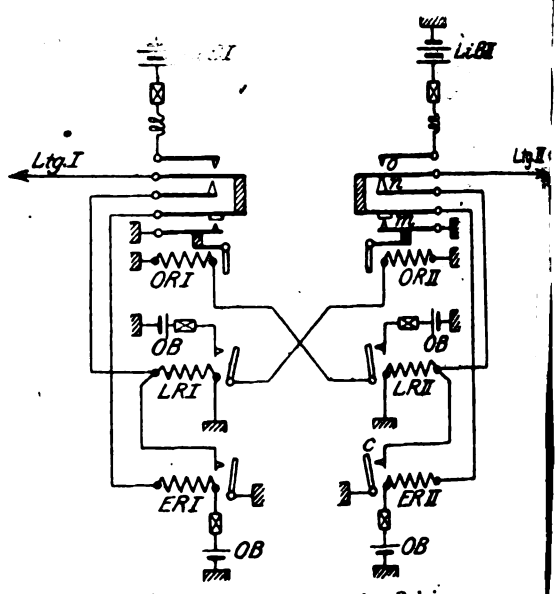


Abb. 3. Übertragung mit neutralen Relais.

läßt, das Linienrelais der Leitung, die Zeichen empfängt, durch den Anker eines Ortsrelais *ER I* bzw. *ER II* während der Zeichengebung und für die Dauer der Entladezeit kurz geschlossen. Die Kontakte des Relais *OR II* sind so einzustellen und anzuordnen, daß Kontakt *n* schließt, bevor *m* geöffnet wird. *Kr.*

Beleuchtung und Heizung.

Die Bogenlampe des Sperry-Scheinwerfers.

[The Electrician, Bd. 78 S. 542.]

Die allgemeinen Konstruktionsprinzipien der Bogenlampe des Sperry-Scheinwerfers sind hier bereits erwähnt worden[1]). Inzwischen sind auch nähere Angaben über diese Neuerung in der angegebenen englischen Quelle erschienen.

Das Hauptziel der Neuerung bestand in der Erreichung eines steifen Lichtbogens ohne Unstetigkeit und Flackern, bei dem die Blasflamme oder der Flammenschwanz auf ein Minimum reduziert ist. Erreicht wurde das Ziel durch eine geeignete Mischung gewisser lichtgebender Substanzen im Dochte der positiven Kohle mit einer passenden Bemessung von Kohlendocht und Mantel. Durch die letzteren Maßnahmen wird die Entstehung eines tiefen Kraters befördert, in dem die hell leuchtenden Dämpfe zusammengehalten werden. Die Bildung des tiefen Kraters wird noch dadurch begünstigt, daß der Leitungswiderstand des harten Mantels größer ist als der des Dochtes, so daß der Hauptteil des Stromes durch den Docht verläuft. Die Kohlen haben nur einen relativ geringen Durchmesser, um im Interesse der Erzeugung leuch-

[1]) Vgl. „ETZ" 1916. S. 598; 1917, S. 609.

Digitized by Google

tender Dämpfe einen raschen Abbrand zu erzielen. Dementsprechend wird die positive Kohle sehr lang gehalten. Für den 90 cm-Scheinwerfer haben sie 16 mm Durchmesser und sind 100 cm lang. Die normale Stromstärke für diese Größe beträgt 150 A, und der stündliche Abbrand ist 20 cm. Die negativen Kohlen sind 30 cm lang bei 11 mm Durchmesser. Sie haben in der allgemeinen üblichen Weise einen dünnen Kupferüberzug, der in dem Maße verdampft wird, wie die Kohle abbrennt.

Die allgemeine Erscheinung des Sperry-Lichtbogens ist in Abb. 4 veranschaulicht. Der

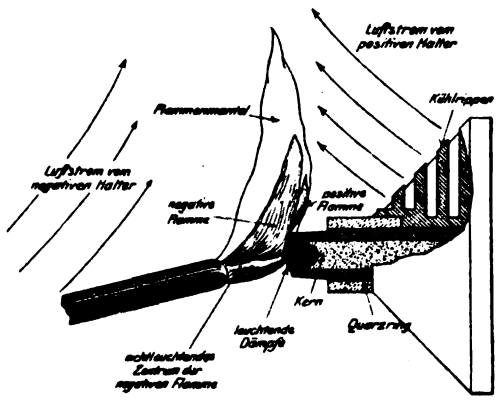
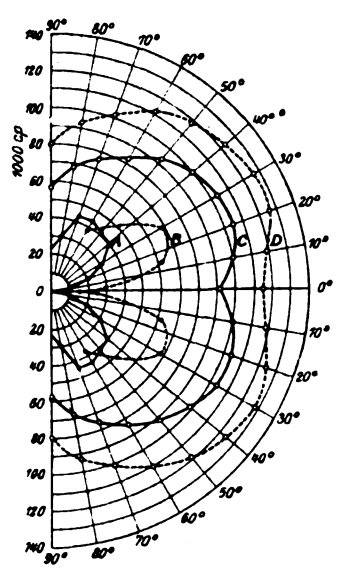


Abb. 4. Schema eines Sperry-Lichtbogens.

Krater und die in ihm enthaltenen, intensiv leuchtenden Dämpfe sind von einer Flamme überlagert, die durch die Verbrennung der Kohlen erzeugt wird. Diese Flamme besteht aus zwei Teilen. Die von der negativen Kohle herrührende ist länger und stärker, so daß die leuchtende Flamme von der positiven Kohle in den Krater zurückgedrängt wird und nur z. T. die von der negativen Kohle herrührende Flamme umschließt und mit dieser emporsteigt. Obwohl diese kombinierte Flamme einen beträchtlichen Teilbetrag der gesamten Lichtstärke liefert, beeinflußt er doch nicht die Helligkeit des Scheinwerferstrahles.



A	Marine-Scheinwerfer	36°.
B	„ „	60°.
C	Sperry- „	86°.
D	„ „	60°.

Abb. 5. Lichtverteilungslinien.

Bei niedrigeren Stromstärken (unter 100 A) entweichen die lichterzeugenden Dämpfe aus dem positiven Krater und machen die positive Flamme leuchtend, wie das von der Flammenbogenlampe her bekannt ist; aber bei höheren Stromstärken hat der zentrale Elektronenstrahl in der negativen Flamme so viel Kraft, daß die leuchtenden Dämpfe im positiven Krater festgehalten werden. Wenn die negative Flamme nicht geeignet gerichtet ist, reißt sie die Kanten des positiven Kraters weg und läßt die glühenden Dämpfe aus dem Krater entweichen, und gleichzeitig werden große Stücke unverbrauchten Materials abgesprengt. Das wird durch die Anordnung des Mechanismus in der Sperry-Bogenlampe verhindert.

Die Flächenhelligkeit des leuchtenden Dampfes beträgt ungefähr 50 000 HK/cm²[1]), und die Verteilungskurve ist gleichförmiger als beim Reinkohlen-Lichtbogen. Abb. 5 zeigt die Intensitätsverteilungskurven für einen 90 cm- und einen 150 cm-Scheinwerfer mit dem normalen Kohlenlichtbogen und dem Sperry-Lichtbogen. Die Lichtstärken sind aus den Polarkurven abzulesen. Neuerdings ist ein Maximum von 124 000 HK erreicht worden. Infolgedessen kann für den Scheinwerferstrahl ein großer Lichtstrombetrag ausgenutzt werden, u. zw. bei einer geringeren Divergenz infolge der kleineren leuchtenden Oberfläche. Am Zielpunkte ist die erreichte Beleuchtung deshalb 11-mal größer als bei einem Reinkohlenbogen für die gleiche Stromstärke.

Die theoretische Lichtstärke des Strahles ist durch folgende Formel gegeben:

$$T = \frac{D^2}{d^2} \cdot \frac{p^2}{p^2 + D^2} \cdot J,$$

worin T die theoretische Lichtstärke des Strahles, D den Spiegeldurchmesser, d den Kraterdurchmesser, p das Vierfache der Brennweite und J die mittlere hemisphärische Lichtstärke bedeuten. Der Wirkungsgrad des Scheinwerfers mit Irisblende beträgt 73 % und mit Jalousieblende 65 %.

Die allgemeine Anordnung des Lampenmechanismus zeigt Abb. 6. Durch die hohlen

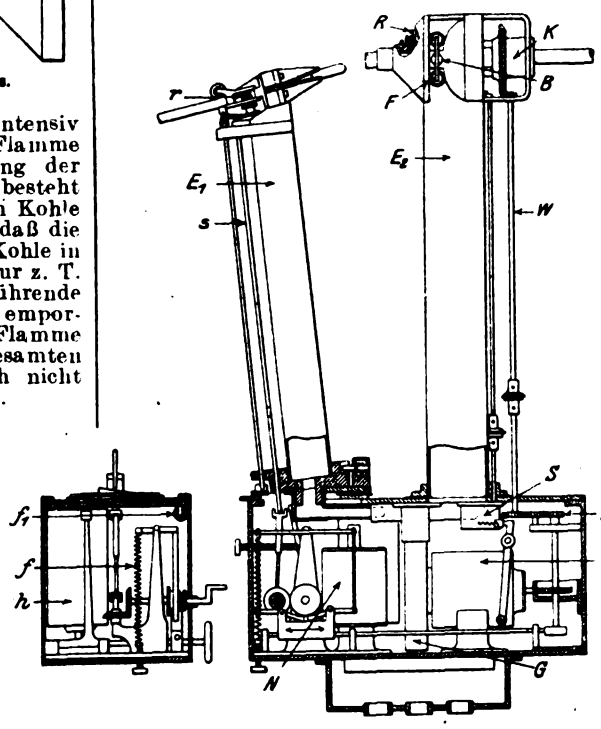


Abb. 6. Anordnung der Sperry-Lampe.

Elektrodenhalter E_1 und E_2 wird mittels eines im Regulatorgehäuse angeordneten Motors M und eines Gebläses G Kühlluft hindurchgeblasen. Die dem positiven Elektrodenhalter zugeführte Luft wird gezwungen, an einer Reihe von Kühlrippen R entlang zu streichen, die den Halter in unmittelbarer Nähe des Lichtbogens umgeben. Die Luft entweicht durch einen Spalt am oberen Ende des Halters. Der Luftstrom führt so die von dem Lichtbogen der Kohle zugeführte Wärme ab und schützt gleichzeitig den Halter vor der strahlenden Wärme des Bogens und der Flammengase. Gleichzeitig dient der entweichende Luftstrom dazu, den Lichtbogen in seiner Lage festzuhalten und die erzeugten Verbrennungsgase abzuführen. Dadurch wird es ermöglicht, die Lampe in jede Lage zu bringen, ohne daß dabei der positive Elektrodenhalter in Gefahr gebracht wird. Die Kühlluft für den negativen Elektrodenhalter entweicht rings um die negative Kohle und an dem Nachschubmechanismus entlang.

Durch den Gebläsemotor wird gleichzeitig der Kopf K des positiven Elektrodenhalters n in Rotation gesetzt, wozu das Zahnradgetriebe Z und die senkrechte Welle W dienen. Der Strom wird der positiven Kohle durch silberne Bürsten B zugeführt, die mit Federn F an die rotierende Kohle angedrückt werden.

Der Halter für die positive Kohle ist mit dem Regulatorgehäuse fest verbunden. Der positive Krater wird entweder durch Einstellung von Hand nach seinem optischen Bilde auf einer Mattglasscheibe mit Einstellmarke oder durch einen Thermostaten in Verbindung mit einem Solenoide S selbsttätig im Brennpunkte des Spiegels gehalten. Der Elektrodennachschub geschieht gleichfalls durch den Gebläsemotor.

Die negative Kohle wird nicht in Rotation versetzt, ihr Nachschub geschieht durch ein Nebenschlußsolenoid N und eine Feder f. Das Solenoid liegt im direkten Nebenschluß zum Lichtbogen und bewegt eine Reihe von Hebeln, wenn die Spannung steigt oder fällt, und zwingt dadurch den Gebläsemotor, die negative Kohle entweder vorzuschieben oder zurückzuziehen. Die Lichtbogenspannung wird durch Spannungsänderung der Feder f, die dem Nebenschlußsolenoide entgegenwirkt, eingestellt. Die negative Kohle wird durch gerifelte Räder r, die an sie angreifen, vor- und zurückbewegt. Diese Räder werden durch die Stange s angetrieben, ihre Bewegung hängt von der Spannung des Regulators ab. Die negative Kohle ist unter 14° gegen die Horizontale geneigt. Ihr Halter ist auf einem Schlitten O befestigt, der um 10° nach einer Seite ausgeschwenkt werden kann, wenn eine neue Kohle von vorn eingesetzt werden soll. Wenn der Strom ausgeschaltet wird, bewegt eine starke Feder f den Halterschlitten vorwärts bis zur Zündstellung der Kohlen. Beim Einschalten wird mittels des Hauptstromsolenoides h der Halterschlitten in die Arbeitsstellung zurückgezogen.

Der Luftstrom, der die Halter kühlt, kühlt auch das Scheinwerfergehäuse, verhindert den Niederschlag der Verbrennungsprodukte und schützt gleichzeitig den Spiegel. Über die Zusammensetzung der Kohlen ist in der vorliegenden Quelle nichts erwähnt. *lx.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Elektrisierung Schlesiens.[1])

Die Provinz Schlesien mit ihren großen Kohlengebieten und den gewaltigen, schon durch die verschiedenen Talsperren gefaßten Wassermengen ist der Sitz reicher Energiequellen und stand mit seiner reichen Industrie bereits vor dem Kriege i. J. 1914 hinsichtlich der Größe des jährlichen, von den öffentlichen Werken erzeugten Stromverbrauches mit 294 Mill. kWh an dritter Stelle unter den preußischen Provinzen. Heute kann der lebhaft gestiegene Stromverbrauch der öffentlichen schlesischen Elektrizitätswerke auf 500 bis 600 Mill. kWh angegeben werden. Folgende Elektrizitätswerke sind für die verschiedenen Versorgungsgebiete errichtet worden: das Oberschlesische Elektrizitätswerk mit den Dampfwerken in Chorzow und Zaborze (letzte jährliche Stromabgabe etwa 340 Mill. kWh), das Elektrizitätswerk Schlesien mit den Werken in Tschechnitz und Mölke (100 Mill. kWh), die Niederschlesische Elektrizitäts- und Kleinbahn A.G. in Waldenburg (etwa 32 Mill. kWh), das Städtische Elektrizitätswerk Breslau (30 Mill. kWh), die Wasserkraftwerke des Provinzialverbandes in Markliesa (Mauer und Breitenhein etwa 20,5 Mill. kWh), welches letztere Werk auch das Überlandwerk Mittelschlesien mit Strom versorgt, das Liegnitzer Elektrizitätswerk (5,3 Mill. kWh), endlich noch die Werke der Städte Görlitz, Glogau (1,6 Mill. kWh), Sagan, Oppeln und andere.

Materialkunde.

Untersuchungen über Aluminium als Ersatzmetall.

An der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt hat sich eine Metallkommission aus Beamten der Anstalt gebildet, die sich zunächst mit der Untersuchung von gezogenen Zinkdrähten beschäftigt und sich nunmehr einem anderen Ersatzstoff für Kupfer, dem Aluminium, zugewandt hat. In Verbindung mit dem Elektrotechnischen Verein wurde für die Reichsanstalt als Arbeitsplan die Untersuchung der mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften der im Handel vorkommenden Aluminiumsorten vorbereitet. Hand in Hand damit soll die chemische Analyse der Proben gehen, an die sich Versuche zur Ausbildung besserer Reinigungsverfahren des Metalls anschließen.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Deutsch-Mexikanische Gesellschaft.

Unter obigem Namen ist im Juli d. J. ein Verein gegründet worden, welcher die kulturellen und wirtschaftlichen Beziehungen zwischen den beiden Ländern zu fördern bestrebt sein wird. Er soll zunächst einen Sammelpunkt für alle bilden, die schon in Mexiko tätig waren und dann aber auch einen Kreis von solchen,

[1]) Im gewöhnlichen Bogenlampenkrater beträgt die Flächenhelligkeit nach Ives und Luckiesh 14480 HK/cm², nach Monasch 32—35000 HK/cm², nach Stockhausen 9000 HK/cm², nach Liebenthal 10000 HK/cm², nach L. Weber 9000 HK/cm², nach Barrows 34400 HK/cm², nach Orange 14460 HK/cm².

[1]) Nach einem von Prof. Dr. Hilpert von der Breslauer Technischen Hochschule kürzlich im Bezirksverein Deutscher Ingenieure gehaltenen Vortrag.

Digitized by Google

die für Mexiko und die Mexikaner Interesse haben. Durch Besprechungen und Vorträge soll die Kenntnis des uns befreundeten Landes und seiner Bewohner, besonders seiner alten Kultur, gefördert werden und anderseits zur Pflege deutscher Wissenschaft und Kunst in Mexiko beigetragen werden. Ebenso soll für deutsche Art und Sitte sowie für Deutschlands kulturelle Macht in Mexiko geworben werden. Die mexikanische Jugend, welche bisher zu ihrer Ausbildung hauptsächlich nach England, Frankreich und anderen Ländern ging, soll nach Deutschland gezogen werden und hier bei der Deutsch-mexikanischen Gesellschaft Rat und Tat finden, damit die jungen Wissenschaftler, Künstler, Techniker und Kaufleute in Deutschland heimisch werden und zu weiterer Befestigung der Beziehungen in Mexiko beitragen. Endlich soll auch der mexikanische Reiseverkehr mehr als bisher nach Deutschland geleitet werden.

Die Gesellschaft hat ihre Zentralstelle und ihren Sitz in München, ihr Arbeitsgebiet erstreckt sich indessen über ganz Deutschland. Ortsgruppen sind vorgesehen in Berlin, Danzig, Düsseldorf, Frankfurt a.M., Hamburg und Leipzig. Anmeldungen zur Mitgliedschaft sind zu richten an die Geschäftsstelle München, Viktualienmarkt 12. Der Jahresbeitrag für Einzelmitglieder beträgt 10 M, für Firmen und Verbände mindestens 20 M.

Verschiedenes.

Vorlesungen über Meßmethoden der Röntgentechnik.

An der Berliner Technischen Hochschule hält auch in diesem Semester Privatdozent Dr. Faßbender Elektromedizinische Vorlesungen für Ingenieure, u. zw. ein Kolleg über die Meßmethoden der Röntgentechnik. Damit wird zum ersten Mal dieser Stoff, der sonst nur in einer für Ärzte zugeschnittenen Form vorgetragen wird, für Ingenieure behandelt. Der seitherige rege Besuch der elektromedizinisch-elektrotechnischen Vorlesungen spricht für die Notwendigkeit, auch den Elektrotechnikern Gelegenheit zu geben, sich in diesem in reger Entwicklung stehenden Zweig der Elektrotechnik an der Hochschule auszubilden.

Kriegszuschläge zur Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure.

Im Anschluß an unsere Ausführungen auf S. 88 der „ETZ“ 1918 sei darauf hingewiesen, daß die vom A.G.O. veröffentlichten Teuerungszuschläge, welche von den Gerichten vielfach nicht anerkannt wurden, weil sie nicht auf Beschlüssen der Verbände selbst beruhten, nunmehr auf der 43. Abgeordnetenversammlung des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine zu Kassel am 15./16. VI. 1918 ausdrücklich als zu Recht bestehend anerkannt worden sind[1]), wie dies auch bereits seitens des Bundes Deutscher Architekten erfolgt ist.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Gewerbliche Schutzrechte in Rußland.[2])

Das deutsch-russische Privatrechtsabkommen vom 27. VIII. 1918 zur Ergänzung des deutsch-russischen Zusatzvertrages zu dem Friedensvertrag zwischen Deutschland, Österreich-Ungarn, Bulgarien, der Türkei und Rußland regelt im 3. Kapitel auch die Frage der gewerblichen Schutzrechte. Die betreffenden Artikel haben folgenden Wortlaut:

Art. 7. Zur Zahlung der für gewerbliche Schutzrechte durch ihre Wiederherstellung gemäß Art. 9 § 1 Abs. 1 des Zusatzvertrags fällig gewordenen Gebühren soll den Angehörigen jedes vertragschließenden Teiles in dem Gebiete des anderen Teiles unter Wegfall der gesetzlich vorgeschriebenen Fristen und Zuschläge eine Frist von sechs Monaten nach dem Inkrafttreten des gegenwärtigen Abkommens zustehen.

In gleicher Weise wird die Zahlung der vor dem Inkrafttreten des Abkommens fällig gewordenen weiteren Gebühren befristet.

Art. 8. Die im Art. 9 § 2 Abs. 1 des Zusatzvertrags vorgesehene Frist für die Nachholung einer aus Anlaß des Krieges versäumten Handlung wird bis zum Ablauf eines Jahres nach der Ratifikation des Friedensvertrags zwischen Deutschland und der letzten mit Deutschland im Kriege befindlichen Großmacht verlängert.

Art. 9. Wenn in dem Gebiet eines der vertragschließenden Teile ein gewerbliches Schutzrecht, das nach Kriegsgesetzen nicht angemeldet werden konnte, von demjenigen, der es während des Krieges in dem Gebiet des anderen Teiles vorschriftsmäßig angemeldet hat, innerhalb eines Jahres nach der Ratifikation des Friedensvertrags zwischen Deutschland und der letzten mit Deutschland im Kriege befindlichen Großmacht unter Inanspruchnahme der Priorität der früheren Anmeldung angemeldet wird, so soll die Anmeldung allen inzwischen eingereichten Anmeldungen vorgehen und durch inzwischen eingetretene Tatsachen nicht unwirksam gemacht werden können.

Art. 10. Durch die Bestimmung des Art. 9 werden die in den jetzigen oder künftigen Gesetzen jedes Teiles enthaltenen Vorschriften nicht berührt, wonach der Schutz für Gegenstände der angemeldeten Art versagt oder im öffentlichen Interesse beschränkt oder entzogen werden kann oder gegenüber Dritten, die in der Zeit zwischen dem Eingang der früheren und dem der späteren Anmeldung den Gegenstand in gutem Glauben benutzt haben, keine Wirkung hat.

Art. 11. Die Russische Regierung erklärt sich bereit, demnächst mit der Deutschen Regierung in Verhandlungen über den gegenseitigen Schutz des gewerblichen Eigentums einzutreten.

Verlängerung der Prioritätsfristen in Norwegen.[1])

Auf Grund des § 1 Abs. 2 der Verordnung des Bundesrats, betreffend die Verlängerung der im Artikel 4 der revidierten Pariser Übereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums von 2. VI. 1911 vorgesehenen Prioritätsfristen, vom 7. V. 1915 (Reichs-Gesetzbl. S. 272) und im Anschluß an die Bekanntmachung vom 5. II. 1917 (Reichs-Gesetzbl. S. 74) macht der Reichskanzler unterm 19. VIII. 1918 bekannt, daß in Norwegen für Patente die bezeichneten Fristen zugunsten der deutschen Reichsangehörigen weiter bis zum 31. XII. 1819 verlängert sind.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Betr. Festschrift zur Feier des 25-jährigen Bestehens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Von der Festschrift, die wir anläßlich der Feier unseres 25-jährigen Bestehens herausgegeben haben, ist noch eine genügende Anzahl vorhanden, so daß sie an die Mitglieder abgelassen werden kann. Das Stück wird zum Selbstkostenpreise von M 4.50 berechnet. Bestellungen sind an unsere Geschäftsstelle zu richten. Nach Eingang des Betrages wird die Festschrift portofrei (innerhalb Deutschlands) zugesandt werden.

Der Inhalt der Festschrift ist folgender:

I. Gründung des Verbandes.
II. Allgemeine Entwicklung.
III. Die zum Verbande gehörigen Vereine.
IV. Die Arbeiten des Verbandes.
1. Die Kommissionen.
2. Literarische Arbeiten und anderes.
V. Der Verband und die Behörden.
VI. Zusammenarbeiten mit anderen deutschen Vereinigungen.
VII. Zusammenarbeiten mit ausländischen Vereinigungen.
VIII. Max-Günther-Stiftung.
IX. Kriegstätigkeit des Verbandes.

Die Festschrift ist mit 13 Abbildungen, darstellend die bisherigen Vorsitzenden, die Ehrenmitglieder, den früheren und den jetzigen Generalsekretär, ausgestattet.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. G. Dettmar.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Amt Kurfürst, Nr. 9820, zu richten.)

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 27. XI. 1917.[2])

Diskussion zum Vortrag des Herrn Prof. Dr. A. Korn:

„Mechanische Vorstellungen über die elektromagnetischen Erscheinungen.“[3])

Herr **Kloss**: Ich möchte eine Frage an Herrn Prof. Korn richten: Wie könnte man sich z. B. die Erhöhung des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur in diesem System erklären?

Herr **Korn**: Da muß man die kinetische Theorie der Leiter ins Auge fassen. Die kinetische Theorie der Leiter muß ähnlich behandelt werden, wie die Theorie der Gase. Wir haben uns in einem Leiter Elektrodenkomplexe zu denken, welche aufeinander umgekehrt proportional der fünften Potenz der Entfernung wirken. Wir bekommen ähnliche Sätze wie in reibenden Flüssigkeiten.

Herr **Wagner**: Wie steht es mit der Wellenstrahlung? Von dem Bjerknesschen pulsierenden Teilchen, das seine Schwingungsenergie nicht verteidigt, geht doch eine gewisse Wellenstrahlung aus; bei dem Kornschen pulsierenden Teilchen bleibt die Schwingungsenergie konstant, die Wellenstrahlung muß also wohl null sein. Ist das richtig?

Herr **Korn**: Nicht in dem Sinne, wie in der gewöhnlichen Strahlungstheorie, denn die Strahlung, die mit der Schwingungsdauer T vorhanden ist, gehorcht der gewöhnlichen Strahlungstheorie nicht, dagegen die u_1 v_1 w_1; u_2 v_2 w_2, wenn sie schwingungsartig sind, wie ich es angedeutet habe, von der Form, daß sie aus Schwingungsgliedern mit einer Schwingungsdauer τ bestehen; für diese Strahlungen gilt das neuere Strahlungsgesetz. Für Schwingungen von der Schwingungsdauer T gilt das Prinzip der Individualität nahezu streng. Wenn dagegen die Schwingungsdauer verhältnismäßig groß ist, dann nähern wir uns der gewöhnlichen Mechanik.

Herr **Kloss**: Herr Prof. Korn hatte ferner gesagt, daß die Zeit T außerordentlich klein angenommen werden muß. Hat man eine Vorstellung von der Größenordnung dieser Zeit?

Herr **Korn**: Das hängt davon ab, wie klein wir die Dichtigkeit des Äthers annehmen. Es besteht eine Beziehung zwischen der Dichtigkeit des Äthers und der Schwingungsdauer. Für die absoluten Werte haben wir keinen Anhalt.

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 26. II. 1918.[1])

(Schluß von S. 379)

Mitteilung des Herrn Paul Perls:

„Kriegsblinde in der Werkstatt“[2])

Von all den Opfern dieses unbarmherzigen Krieges sind ohne Frage diejenigen die bemitleidenswertesten, welche ihr Augenlicht eingebüßt haben. Ein grausames Geschick hat sie aus der Gemeinschaft der Sehenden herausgerissen, und hilflos sind sie nun dem Mitleid ihrer Mitmenschen preisgegeben. Das allein kann aber den Unglücklichen auf die Dauer keinen Trost gewähren, sondern muß im Gegenteil ein bitteres Gefühl bei ihnen auslösen und ihre Lebenskraft vollends untergraben. In dieser Erkenntnis und im Gefühl der Verpflichtung diesen Tapferen gegenüber suchte man nun bald nach Mitteln, um nicht zu bemitleiden und Almosen zu geben, sondern tatkräftig ihnen den dunklen Weg ins Leben zurückzuebnen. Diese Männer, die bisher auf eigenen Füßen gestanden und frei und selbständig über sich verfügt hatten, in Blindenanstalten unterzubringen oder sie der öffentlichen Wohltätigkeit, also dem Nichtstun oder Betteln zu überlassen, widersprach jedem Gefühl von Verantwortlichkeit dem Vaterlande und seinen tapferen Verteidigern gegenüber. Bereits 1915 hatte das Kleinbauwerk der Siemens-Schuckertwerke, Siemensstadt bei Berlin, durch Vermittlung des Herrn Direktors Niepel Versuche mit halbblinden Pfleglingen der Berliner Städtischen Blindenanstalt gemacht. Diese Versuche sollten Vorstudien für die evtl. Beschäftigung von Kriegsblinden sein, und fielen so gut aus, daß auf Grund dieser Erfahrungen die ersten Kriegsblinden, die durch den Berliner Augenarzt, Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Silex, geschickt wurden, sofort mit der Arbeit beginnen konnten.[3]) Solange die Blinden noch im Lazarett waren, wurden sie durch Halbblinde oder augenkranke Lazarettinsassen geführt, die ebenfalls im Werk beschäftigt wurden. Nach ihrer Entlassung mußten die Blinden für eigene Führung sorgen. Dazu erboten sich erfreulicherweise in der Nähe der Blinden wohnende Arbeitskollegen und Kolleginnen, sofern keine Angehörigen vorhanden waren. Mehrere der z. T. noch jungen

---

[1]) Vgl. „Deutsche Bauztg.“ Bd. 52, 1918, Nr. 53, S. 233.
[2]) „Reichsanzeiger“ Nr. 212 vom 7. IX. 1918.

[1]) Vgl. „ETZ“ 1917, S. 489.
[2]) Vgl. „ETZ“ 1917, S. 589.
[3]) Vgl. „ETZ“ 1918, S. 363, 375.

[1]) Vgl. „ETZ“ 1918, S. 121 und 377.
[2]) Vgl. auch den Diskussionsbeitrag Perls, „ETZ“ 1916, S. 506.
[3]) S. a. „Arbeitsmöglichkeiten für Blinde, insbesondere Kriegsblinde in gewerblichen Betrieben“, von E. Niepel, (Carl Heymanns Verlag, Berlin 1918) sowie Dr. Silex und B. Hirsch „Die Blindenlazarettschule des Vereinslazaretts St. Maria-Viktoria-Heilanstalt zu Berlin“ (Selbstverlag, Berlin 1918).

Digitized by Google

Leute verlobten oder verheirateten sich bereits; ihre Bräute oder Frauen wurden auf Wunsch gleichfalls im Werke beschäftigt. Die verheirateten Blinden werden nach Möglichkeit in der näheren Umgebung des Werkes untergebracht; die Unverheirateten, die in Berlin keinerlei Beziehungen haben, im „Ledigenheim für Kriegsblinde", welches von privater Seite in der Nähe des Werkes eingerichtet wurde. Während des Lazarettaufenthaltes wurde die Arbeitszeit auf Wunsch des Arztes auf 6 Stunden täglich festgesetzt und später, nachdem sich die Leute an die Fabrikarbeit gewöhnt hatten, ohne Nachteil auf 8½ Stunden und darüber erhöht. Das Mittagessen nehmen unsere Blinden mit ihren Führern zusammen in einem besonderen Abteil der Arbeiterspeiseräume ein. Die Höhe des Verdienstes ist natürlich verschieden. Bei der Maschinenarbeit wird mehr verdient als bei der Handarbeit. Aus diesem Grunde wird die letztere auch nicht gern ausgeführt; vor allem aber ziehen diese z. T. körperlich kräftigen Männer die derbere Arbeit an der Maschine vor. Das Geräusch der Maschine gibt ihnen eine gewisse Kontrolle über den Fortgang ihrer Arbeit und entspricht meist ihrer Art mehr als die zierliche Handarbeit, die sonst ja auch nur von Frauen ausgeführt wird. Selbstverständlich muß noch ein ganz besonderes Augenmerk auf Schutz aller beweglichen Teile an den Maschinen gerichtet werden, um jede Möglichkeit eines Unfalles auszuschließen. Die Beratung mit der Gewerbeinspektion und der Berufsgenossenschaft war hierbei sehr wertvoll.[1]) Bisher wurden im Kleinbauwerk 48 Kriegsblinde ausgebildet sowie 35 männliche und 12 weibliche Pfleglinge der Berliner Städt. Blindenanstalt beschäftigt. Bis die Blinden sich eingearbeitet haben, wird ihnen auf jeden Fall ein Anfangslohn von 0,50 M die Stunde gewährleistet. Nach ganz kurzer Zeit verdienen sie bei feststehenden Stücklöhnen durchschnittlich etwa 0,80 bis 1,50 M/h, was bei weitem die Verdienste der Blinden in den Blindenanstalten und bei der Heimarbeit übersteigt.

Abb. 7. Akustisches Prüfen von Schmelzstöpseln auf richtige Dimensionierung und Stromdurchgang durch Glockenzeichen.

Abb. 8. Befestigen von Metallteilen auf Grundplatten für Streifensicherungen.

Naturgemäß wurde zuerst mit der Handarbeit begonnen.

I. Arbeiten von Hand.

1. Prüfen von runden und eckigen Teilen auf Lehrenhaltigkeit,
   a) Arbeiten mit Lochlehren,
   b) „ „ Rachenlehren.
2. Prüfen der Gewindehülsen von Sicherungselementen, Schmelzstöpseln und Fassungen.
3. Falten von Pappschachteln.
4. Einpacken von Schmelzstöpseln in Normalpackungen.
5. Zusammensetzen von Verbindungsstücken für Peschelrohr (2- und 4-teilig).
6. Einschrauben von Bolzen in Gewindeteile von Sicherungselementen.
7. Akustisches Prüfen von Schmelzstöpseln auf richtige Dimensionierung und Stromdurchgang durch Glockenzeichen (Abb. 7).
8. Befestigen von Metallteilen auf Grundplatten für Streifensicherungen (Abb. 8).

II. Arbeiten an kleinen Maschinen (Motorenantrieb).

9. Einziehen von Schrauben in Gewindeteile mittels besonderer Vorrichtungen (Reibungskupplung)
   a) Einziehen einer Schraube in Schalenhalter,
   b) Einziehen von 2 Schrauben zu gleicher Zeit,
   c) Einziehen von 3 Schrauben zu gleicher Zeit in Schalenhalter (Halbautomat).
10. Einstecken von Metallteilen in Lüsterklemmen und nachträgliches Einziehen von je 2 Schrauben zu gleicher Zeit wie unter 9b a) einpolig, b) zweipolig, c) dreipolig.
11. Konisches Aufweiten von kleinen Hülsen für Schmelzstöpsel.
12. Aufreiben und Reinigen sowie Einfetten von Peschelrohrinnenteilen an kreisender Bürste.
13. Handhebelpresse:
    a) Nietarbeiten (Abb. 9),
    b) Anrollen von Ösen u. a. m.
14. Fußhebelpresse:
    Abschneiden nach Länge von Drahtenden u. a. m.
15. Gewindeschneidemaschnie (wagerecht):
    Gewindeschneiden und -senken von verschiedenen Teilen.
16. Fräsmaschine:
    Verschiedene Fräsarbeiten, Stifte schlitzen (Abb. 10) Fräsen an zwei Halbautomaten.
17. Feilmaschine:
    Entgraten von einzelnen Teilen.
18. Tischbohrmaschine
    a) Senken von Hülsen auf bestimmte Höhe,
    b) Bohren von Löchern in Metallteile von 0 8 bis 6 mm,
    c) Entgraten von gebohrten Teilen mit kleinem Fräser.

III. Arbeiten an größeren Maschinen (Motorenantrieb).

19. Stempelpresse:
    Maschinelle Stempelung von Aufschriften (Zahlen u. a. m.) auf Metallteile.
20. Friktionsspindelpresse:
    Biegen und Prägen von Metallteilen.
21. Exzenterpresse:
    Scharfkantiges Biegen an kleinen Eisenteilchen u. a. m.
22. Drehbank:
    Abdrehen von Zünderteilen und Abnahme des Grates. Durchmesser von Uhrwerkteilen nach Lehren dre en u. a. m.
23. Tellerpresse mit selbsttätigem Verschub (Revolver-Exzenterpresse):
    Loch- und Prägearbeiten für die Fußkontakte von Schmelzstöpseln.
24. Gewindeschneidemaschine (System Garvin):
    Schneiden von Gewinden in Klemmen, Kontaktplatten u. a. m.
25. Säulenbohrmaschine:
    a) Bohren von großen Gußkörpern (Abb. 11).
    b) Bohren an zwei Halbautomaten.
26. Abstechbank:
    Abstechen von Hülsen auf Länge u. s. m.

Wenn man bedenkt, daß fast alle diese Kriegsblinden schwere Kopfverletzungen davongetragen hatten, und daß ihr Nervensystem auf das schwerste erschüttert ist, so muß man die Lebensfreudigkeit bewundern, mit der diese Helden ihr in ewige Nacht gehülltes

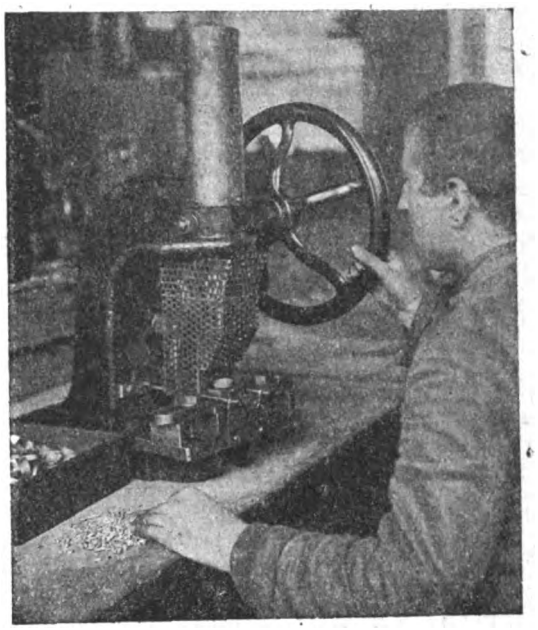


Abb. 9. Handhebelpresse. Nietarbeiten, Anrollen von Ösen.
(Unfallverhütung durch Handforträumer.)

Abb. 10. Fräsmaschine. Verschiedene Fräsarbeiten, Stifte schlitzen u. a. m.

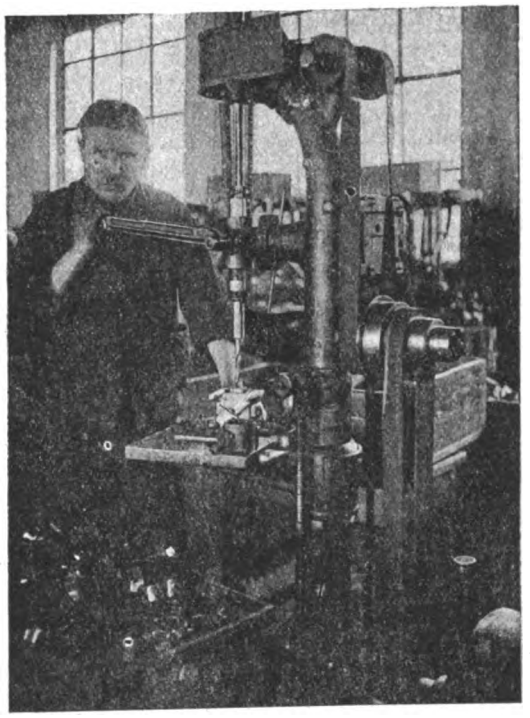


Abb. 11. Bohren von Gußteilen an der Ständerbohrmaschine.

[1]) „Unfallverhütung bei der Beschäftigung Kriegsblinder in gewerblichen Betrieben" von Paul H. Peris. Verlag der Vossischen Buchhandlung. Berlin 1918.

Digitized by Google

Leben wieder aufnehmen und glücklich sind, wenn sie erst wieder für sich und ihre Familie sorgen können. Damit sie nicht die Lust an der Arbeit verlieren, ist von seiten des Arbeitgebers ein stetes Interesse für jeden einzelnen erforderlich. Er kann nur dann die richtigen Arbeiten für jeden aussuchen, wenn er seine Art, seine Interessen, seinen früheren Beruf kennt. Unter den bisher Beschäftigten befanden sich: Ziegeleiaufseher, Bäcker, Spinner, Konditoren, Malermeister, Schlächter, Obermonteure, Landarbeiter, Chauffeure, Schmiedemeister, Mechaniker, Tischler, Fabrikarbeiter, Klempner, Lokomotivheizer, Diener u. a. Die Meister und Vorarbeiter sind stets von neuem zu interessieren, denn gerade in diesem Falle ist Vertrauen und guter Wille auf Seiten des Arbeitgebers wie -nehmers besonders notwendig. Oft bessert sich durch die Arbeit das seelische wie das körperliche Befinden. Die Leute, denen sonst jede äußere Anregung fehlen würde, nehmen an dem Leben der Werkstatt regen Anteil; sie werden überraschend schnell selbständig, durch die Arbeit mit Gesunden werden ihre Gedanken abgelenkt; Kopfschmerzen sind, wie ein Kriegsblinder berichtet, seitdem er arbeitet, gänzlich verschwunden.[1])

Bei der staatlichen Unterstützung von

45 M	im Monat	Vollrente (Unteroffizier 50 M, Feldwebel 75 M),
54 „	„ „	2-mal Verstümmelungszulage,
15 „	„ „	Kriegszulage,
36 „	„ „	Rentenzuschlag,
10 bis 15 „	„	Invalidenrente

160 bis 165 M im Monat und dem Verdienst durch ihre Arbeit sind die Kriegsblinden vor Sorgen geschützt. In der Siemens-Sparkasse wird das Ersparte mit 5% verzinst und kann ohne Kündigung jederzeit wieder entnommen werden. In besonderen Fällen wie Verheiratung, Krankheiten u. a. m. helfen die Kriegsblindenstiftung für Landheer und Flotte sowie die vielen staatlichen und privaten Stiftungen und Wohltätigkeitsvereine, insbesondere der Moonsche Blindenverein, Berlin.

Es sei noch die Mitteilung des Landesdirektors der Provinz Brandenburg an die Industrie erwähnt, die zum Schluß sagt: „Wenn die Kriegsbeschädigtenfürsorge alles tut, um eine zweckentsprechende Ausbildung der Kriegsblinden herbeizuführen, so ist es klar, daß ihre Tätigkeit nur dann einen dauernden Erfolg haben kann, wenn es ihr gelingt, die Kriegsblinden in geeigneten, dauernden Stellungen unterzubringen. Es ist eine Ehrenpflicht des deutschen Volkes, den Kriegsblinden hierbei jede Hilfe zuteil werden zu lassen. In der Erfüllung dieser Ehrenpflicht werden gerade auf diesem Gebiete die Großfirmen des Handels und der Industrie an der Spitze stehen müssen, weil in ihren großen Betrieben mit ihren mannigfachen Beschäftigungsarten am ehesten sich die Gelegenheit einer zweckmäßigen Unterbringung ermöglichen läßt."

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

O. Schaller, Direktor der Julius Pintsch A. G., Berlin, wurde wegen seiner Verdienste um die Herstellung von Wolframdrähten seitens der Technischen Hochschule zum Doktor-Ingenieur ehrenhalber ernannt.

Toews, Diplomingenieur und Direktor des städtischen Elektrizitätswerks zu Schwerin, übersiedelte nach Magdeburg als Direktor des dortigen städtischen Elektrizitätswerkes.

LITERATUR.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Elektromechanik und Elektrotechnik. Von Dr. F. Grünbaum. Mit 203 Abb. XI u. 353 S. in 8°. Verlag von Georg Thieme. Leipzig 1918. Preis geb. 8,40 M + 25% T. Z.

Theorie des Riementriebs. Von Oberingenieur Dr. W. Stiel. Mit 137 Abb. VII und 205 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 12 M.

[1]) Es arbeiten jetzt sogar Blinde mit einem Arm, auch solche mit Kunstbein.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Gesellschaft für elektrische Industrie A.G., Wien.[1]) Der Bericht über das Geschäftsjahr 1917 hebt als erster bei Schilderung der Schwierigkeiten in der Fabrikation hervor, daß die Erhöhung der Verkaufspreise nicht vollkommen gleichen Schritt mit der der Rohmaterialien, Halbfabrikate, Löhne und Gehälter halten konnte, obwohl das Fabrikunternehmen der Gesellschaft infolge einer stets im vollen Betriebe befindlichen Wasserkraft günstiger daran war, als Werke, die mit Kohlen arbeiten. Die im Besitze der Gesellschaft befindlichen Elektrizitätswerke leiden unter den ungünstigen Wirkungen des Krieges. Ebenso die ihr gehörige Telefon-Automaten G. m. b. H. Eine Zweiggesellschaft in Ungarn wurde unter der Firma Elektromos ipar részvénytársaság mit einem Kapital von 2 Mill. K, auf das 0,6 Mill. K eingezahlt wurden, gegründet. Ferner wurde in der Generalversammlung die Ermächtigung erteilt, das Aktienkapital von 6 bis zu 12 Mill. K nach Maßgabe des Bedarfes zu erhöhen. Die Bilanz schließt mit 17,929 Mill. K (11,369 i.V.), der Reingewinn beträgt 0,913 Mill. K (0,625 i.V.). Demgegenüber stehen Unkosten von 3,890 Mill. K (2,775 i.V.), Steuern und Gebühren von 0,451 Mill. K (0,107 i.V.), Zinsen von 0,088 Mill. K (0,155 i.V.). Die Abschreibungen betragen 0,377 Mill. K (0,309 i.V.), die Reserven 0,015 Mill. K. Das Fabrikationsunternehmen ist einschließlich Baukonto und Arbeiterhäusern mit 0,830 Mill. K (0,600 i.V.) bewertet, die Warenvorräte mit 5,925 Mill. K (3,591 i.V.), Wertpapiere, Kassa und Bankguthaben mit 1,681 Mill. K (0,888 i.V.). Den Gläubigern mit 6,818 Mill. K (3,886 i.V.) stehen Schuldner mit 5,380 Mill. K (3,010 i.V.) gegenüber. Die Reserven einschließlich Unterstützungsfonds für Beamte und Arbeiter betragen 3,934 Mill. K. Die Dividende auf 6 Mill. K Aktienkapital wurde mit 10% (wie i.V.) bemessen. *Hgn.*

Außenhandel.

Die künftigen Absatzmöglichkeiten elektrotechnischer Erzeugnisse in Rußland.[2]) Das bei dem „Verbande der internationalen Handelsgesellschaften" eingerichtete besondere, elektrotechnische Komitee befaßt sich gegenwärtig mit der Sammlung von Material über die Einfuhr elektrotechnischer Bedarfsartikel nach Rußland. Diese Feststellungen ergaben, daß deren Jahresverbrauch vor dem Kriege einen Wert von 60 bis 70 Mill. Rbl aus eigener Erzeugung und 24,25 Mill. Rbl aus Einfuhr darstellte, letztere für das Jahr 1913. Von der Einfuhr lieferte Deutschland 85%, u. zw. wird erwähnt, daß die deutsche Einfuhr gut organisiert war und den Bedürfnissen des Marktes entsprach. Was die Aussichten für die Zukunft anlangt, so ist man im Kreise dieses Komitees der Ansicht, daß der Bedarf an Telephonmaterial in Rußland selbst erzeugt werden könnte, und somit eine Einfuhr darin entbehrlich sei. Kabel könnte man nirgends mehr erhalten angesichts des Mangels an Kautschuk(?) und Kupfer. An Beleuchtungsarmaturen besteht kein besonderer Mangel angesichts der großen Vorräte aus ausländischen Lieferungen vor dem Kriege. Telegraphische und radiotelegraphische Apparate könnten in Rußland hergestellt werden. Von den übrigen elektrotechnischen Artikeln könne die russische Industrie Isolatoren, Dynamomaschinen, Transformatoren, Akkumulatoren, Elemente und Batterien, sowie Taschenlampen liefern. Dagegen wird man einige Artikel in einem größeren Umfange benötigen als vor dem Kriege. Hierzu gehören zunächst Straßenbahn-Bedarfsgegenstände, von welchen auf Grund von Vorschlägen der Städte folgende Werte erforderlich sein würden:

	Mill. Rbl
Wagen	15,0
Zahnräder	1,5
Aluminiumbögen (Stromabnehmer)	0,2
Kleine Teile	0,5
Glühlampen	30,0
Montagematerial	8,0
Fabrikbedarfsartikel	2,8
Insgesamt für ganz Rußland	58,0
Für die Sowjet-Republik etwa die Hälfte	30,0

Diese Zahl müßte noch erhöht werden, da auch die Ukraine mangels jeglicher Rohstoffe in Deutschland ihren Bedarf an elektrotechnischen Artikeln voraussichtlich über Nordrußland wird beziehen müssen. Im allgemeinen ist man in dem Komitee der Ansicht, daß in der nächsten Zukunft keine irgendwie nennenswerte Einfuhr aus dem Auslande zu erwarten sei, da Deutschland, das vor dem Kriege die erste Stelle in der Einfuhr von elektrotechnischen Artikeln nach Rußland einnahm, gegenwärtig nicht in der Lage ist, wie aus dem Beispiele mit der Ukraine ersichtlich auch nur das geringste auszuführen. England und Frankreich werden aus politischen Rücksichten die Einfuhr nach Rußland in nennenswertem Umfange vor Kriegsende kaum erlauben. In der Schweiz ist eine große Teuerung für alle Erzeugnisse zu beobachten. Japan, das zwar Drähte von guter Qualität lieferte, zeichnet sich durch wenig gewissenhafte Erfüllung der Aufträge aus. Man müsse immerhin nur mit Lieferungen aus Japan und aus Amerika rechnen, von wo aus man besonders Straßenbahnwagen beziehen könnte. Da aber der Bezug von Fertigfabrikaten und Montagematerial aus dem Ausland auf große Schwierigkeiten stoßen müßte, so hält es das Komitee für zweckmäßiger, Rohstoffe und Zubehörteile zu beziehen und in Rußland selbst mit Unterstützung der Regierung die heimische Industrie zu organisieren. -z.

[1]) Bericht über 1912 vgl. „ETZ" 1913, S. 1218.
[2]) Nach „Wirtschaftsdienst" vom 6. IX. 1918.

Verschiedene Nachrichten.

Wolfram-Lampen A. G., Augsburg. Der „Frnkf. Ztg." vom 8. VI. 1918 entnehmen wir folgende Mitteilungen: Die Gesellschaft ist bekanntlich vor dem Reichsgericht gegen die Patentgemeinschaft A. E. G.—Siemens & Halske—Auergesellschaft mit ihrem Drahtlampenpatent unterlegen. Schon vor dieser Entscheidung hatte die Berliner Gruppe Interesse an der Gesellschaft genommen und etwa 7/10 ihres Aktienkapitals in ihre Hand gebracht, sie scheint sich indessen über die Weiterführung der Augsburger Gesellschaft noch nicht klar zu sein. Die Glühlampenherstellung ruht, die Räumlichkeiten der Wolframlampen A. G. sind, soweit sie noch vorhanden sind — bekanntlich brannte die Fabrik nieder — verpachtet. Als Aktiva bestehen danach noch die ausländischen, u. a. russischen Forderungen und die Versicherungssumme. Die letztere wird in ihrem Hauptteil wie üblich erst dann ausgezahlt, wenn ein Wiederaufbau erfolgt. Da hierzu gegenwärtig die Bauerlaubnis nicht zu erlangen ist, sind auch die Aussichten einer etwaigen Liquidation zunächst noch unsicher. Immerhin dürfte sie, gemessen an dem, was die Berliner Gruppe für ihre Aktien gezahlt hat, einen sehr erheblichen Nutzen lassen. Im vorigen Jahre ist der Verwaltungsantrag auf Eintritt in die Liquidation an dem Einspruch der oben genannten Gesellschaften gescheitert. Es verlautet, daß neuerlich die Absicht besteht, die stille Liquidation nicht fortzusetzen, sondern das Unternehmen zunächst unverändert weiterbestehen zu lassen, und, sobald es die Verhältnisse gestatten, die Fabrik wieder aufzubauen. Ob dann später die Lampenfabrikation wieder aufgenommen werden oder ob die Fabrik als Hilfsbetrieb des genannten Konzerns zu dienen haben wird, ist noch unentschieden.

Die diesjährige Generalversammlung, in der 0,965 Mill. M Aktien vertreten waren, beschloß die Verteilung von je 6% Dividende auf die Vorzugsaktien für die Jahre 1915 bis 1918. Die Zahl der Aufsichtsräte wurde von 6 auf 11 erhöht. Die ausscheidenden Aufsichtsräte wurden wiedergewählt. Neu gewählt wurden: Kommerzienrat Mamroth, Berlin (A.E.G.); Kommerzienrat Diesel, Augsburg; Kommerzienrat Berthold, Nürnberg (Schuckert); Direktor Fessel, Berlin (Siemens-Schuckert); Direktor Meinhardt, Berlin (Auergesellschaft).

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 16. Wer liefert kleine Wassermotoren mit gekuppelter Dynamo für Lichterzeugung zum Anschluß an die Wasserleitung?

Berichtigung.

In dem Hinweis auf die Veröffentlichung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt über Untersuchung von Hartgummi-Ersatzstoffen („ETZ" 1918, S. 377) ist der Preis unrichtig angegeben worden; die Druckschrift kostet 2,50 M.

Abschluß des Heftes: 21. September 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 3. Oktober 1918.** **Heft 40.**

Eine einfache Methode zur Aufnahme der vollständigen Hystereseschleife.

Von Dipl.-Ing. **M. Schleicher**, Breslau.

Übersicht. **Es wird eine einfache Schaltung zur punktweisen Ermittlung der vollständigen Hystereseschleife mit Gleichstrom, nach einer Ringmethode, bei der die einzelnen Meßpunkte voneinander unabhängig aufgenommen werden können, beschrieben und mit den sonst üblichen Methoden bezüglich des Aufbaues und der Fehlerquellen verglichen.**

Die im folgenden beschriebene Methode zur Aufnahme der Hystereseschleife ist im Elektrotechnischen Institut der Königl. Technischen Hochschule Breslau entstanden, als es sich darum handelte, möglichst schnell den Hysteresekoeffizienten an Materialien festzustellen, die z. T. wegen ihrer Härte, z. T. wegen der Abmessungen der vorliegenden Materialproben, die Herstellung von dünnen Probestäben, wie sie der Koepselsche Apparat erfordert, nicht zuließen.

Da jedoch von den Materialproben Ringe hergestellt werden konnten, wie sie zur Aufnahme der Magnetisierungskurven üblich sind, wurden diese auch für die Aufnahme der Hystereseschleife verwendet.

Die Schaltung, Abb. 1, weicht von der zur Aufnahme der Kommutierungskurven üb-

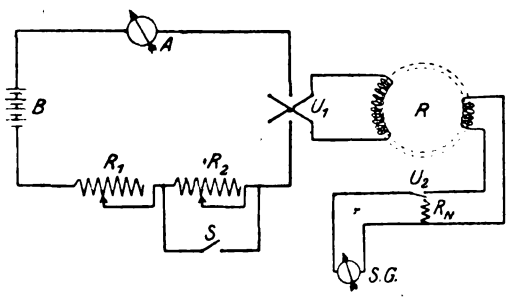


Abb. 1.

lichen nur insofern ab, als die Vorschaltwiderstände für die Änderung der Feldstärke im Ring in 2 Gruppen R_1 und R_2 geteilt sind, von denen die Gruppe R_2 durch einen Schalter S kurzgeschlossen werden kann. Die Widerstände der Gruppe R_1 sind so zu bemessen, daß mit ihnen bei geschlossenem Schalter S die verwendete Höchststromstärke eingestellt, die Schwankungen der Batteriespannung und die Widerstandsänderungen des Stromkreises durch Erwärmung, ausgeglichen werden können. Ferner müssen diese Widerstände dauernd die Höchststromstärke ertragen. Mit der Gruppe R_2 muß die Höchststromstärke bis zu sehr kleinen Beträgen derselben herabreguliert werden können, u. zw. in möglichst kleinen Stufen, ohne daß dabei R_1 verändert werden darf. Die Belastbarkeit dieser Widerstände braucht nicht sehr hoch zu sein, da sie, wie sich später zeigen wird, nur jedes Mal kurze Zeit Strom führen. Als Stromwender wird am besten wie gewöhnlich ein doppelpoliger Hebelumschalter verwendet, der zwischen den beiden Einschaltestellungen eine Ruhelage besitzt, in der der Strom unterbrochen ist.

Die 4 Hauptpunkte einer Hystereseschleife, Abb. 2, sind die beiden Spitzen 1 und 3 und die beiden Remanenzpunkte 2 und 4. Die Spitzen erhält man durch Kommutieren mit der Höchststromstärke, die beiden Remanenzpunkte sollen hier dadurch erzeugt werden, daß man den Höchststrom mit dem Umschalter U_1 unterbricht. Die Aufnahme geht nun so vor sich, daß man zunächst bei geschlossenem

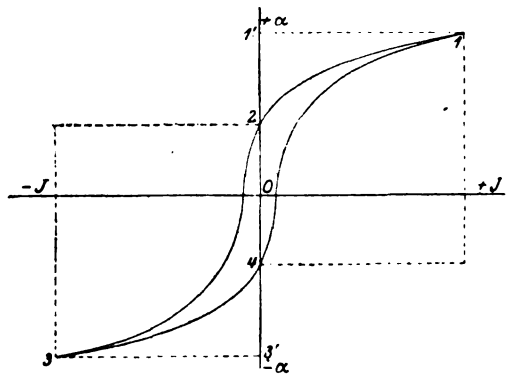


Abb. 2.

Schalter S mehrmals mit der Höchststromstärke kommutiert, den Umschalter U_1 in der z. B. der Spitze 1 entsprechenden Lage stehen läßt, der Gruppe R_2 einen gewissen Widerstand gibt, das Galvanometer, das man während des Kommutierens selbstverständlich abgeschaltet hat, anschließt, den Schalter S öffnet und dabei Galvanometer und Amperemeter abliest. Der abgelesene Ausschlag ist für die abgelesene Stromstärke als Abszisse, von der Parallelen zur Abszisse 11′ nach abwärts als Ordinate aufzutragen. Nun schaltet man das Galvanometer ab, schließt den Schalter S, kommutiert, nachdem man, wenn notwendig, mit R_1 die Höchststromstärke nachreguliert hat, vergrößert R_2 und wiederholt den obigen Vorgang, bis man in immer größer werdenden Sprüngen bis nahe an den Remanenzpunkt 2 gekommen ist. Dieser wird, wie oben geschildert, aufgenommen, u. zw., da er von jetzt ab als Ausgangspunkt benutzt wird, am besten mehrmals, um ihn möglichst sicher zu bekommen. Nun legt man den Umschalter U_1, nachdem man den Schalter S geöffnet und R_2 so groß als möglich gemacht hat, in die andere Lage, die der umgekehrten Stromrichtung entspricht, um, und beobachtet Galvanometer und Amperemeter. Der Galvanometerausschlag ist für die abgelesene Stromstärke von der Parallelen zur Abszisse durch 2, nach abwärts, abzutragen. Nun stellt man den Remanenzpunkt 2 von $+ I_{max.}$ ausgehend, aufs Neue her, ohne ihn am Galvanometer abzulesen, verkleinert R_2, legt den Umschalter U_1 vollends um, nachdem man S geöffnet hat und beobachtet wieder, so fährt man fort, bis die Spitze 3, in immer größeren Sprüngen von 2 ausgehend, erreicht ist. Hierauf kehrt man das ganze Verfahren sinngemäß um, bis man den Ausgangspunkt 1 wieder erreicht. Es soll gleich hier angeführt werden, daß die Versuche ergeben haben, daß selbst bei weichem Flußeisen und kleineren Induktionen die Summe der Ausschläge, die einer Stromänderung von $+ I_{max.}$ bis $I = 0$ und $I = 0$ bis $- I_{max.}$ entsprechen, bis auf wenige Zehntel Prozente gleich dem durch direkte Kommutierung von Spitze zu Spitze erzielten Ausschlage ist. Es ist daher ziemlich gleichgültig, ob man zunächst $+ I_{max.}$ aus dem halben Galvanometerausschlag, den man durch direktes Kommutieren mit der Höchststromstärke erhalten hat aufträgt und von hier aus die Auftragungen vornimmt, bezogen auf 0 als Koordinatenanfangspunkt, oder ob man das Achsenkreuz nachträglich, nachdem sich die Schleife gebildet hat, einzeichnet. Der Flächeninhalt des Linienzuges ergibt mit den Maßstabkonstanten multipliziert, die Energievergeudung in der üblichen Weise.

Die meßtechnischen Erleichterungen dürften folgende sein: Erstens ist die Zahl der abzulesenden Instrumente auf ein Minimum reduziert im Gegensatz zu der Methode von Evershed und Vignoles[1]). Zweitens kann jeder Punkt vom anderen vollkommen unabhängig aufgenommen und nach Belieben wiederholt werden, was bei der Methode von Rowland und Weber[2]) unmöglich ist, ohne die ganze Meßreihe verwerfen zu müssen. Ferner läßt die Vierteilung der Schleife eine bessere Ausnutzung der Galvanometerempfindlichkeit zu.

Die Bequemlichkeiten, die der einfache Aufbau und die nur kurzzeitige Belastung der hohen Widerstandsbeträge mit sich bringen, dürfte ohne weiteres erkennbar sein.

Die Versuchsdauer ist nicht größer als bei anderen Methoden für derartige Untersuchungen nach der Ringmethode, da die notwendigen Schaltgriffe in der Zeit, in der das Galvanometer zurückkehrt, ausgeführt werden können. Selbst bei sehr langsam schwingenden Galvanometern ist es möglich, eine Schleife, die sich aus 30 Meßpunkten zusammensetzt, in 20 min aufzunehmen.

Die Methode ist vom Verfasser deshalb mitgeteilt worden, weil die sonst üblichen Methoden, soweit sie dem Verfasser bekannt sind, nicht alle die oben angegebenen meßtechnischen Erleichterungen aufweisen. Diese Methoden sind: erstens die allgemein übliche Methode von Rowland und Weber[2]), zweitens die Methode von Evershed und Vignoles[1]), drittens die Methode von Arle Ytterberg[3]), und viertens ist noch eine Abwandlung der Methode von Evershed und Vignoles von Fritz Holm[4]) verwendet worden.

Es ist nun noch einiges über die Zuverlässigkeit der durch Auswerten einer so gewonnenen Schleife erhaltenen Energievergeudung zu sagen.

Zweifellos wird der so erhaltene Wert etwas kleiner sein, als der einer, zwischen denselben Grenzwerten, unter stetiger Feldstärkenänderung mit dem Magnetometer aufgenommenen Schleife, u. zw. weil bei der beschriebenen Methode die Aufnahme unter Erschütterung der molekularen Struktur[5]) des Materials stattgefunden hat. Zu diesem Resultat kommt man durch eine Überlegung an Hand der magnetischen Grundvorstellungen[5]). Bestätigt wird diese Überlegung durch eine Arbeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt[6]). Der Hauptwert der Bestimmung des Hysterese,

[1]) Evershed und Vignoles, „Electrician" Bd. 29, S. 583.
[2]) J. A. Ewing, „Magnet. Induktion in Eisen usw." S. 59. Springer 1892.
[3]) Arle Ytterberg, „Eine neue Methode zur Aufnahme der Hystereseschleife". „Archiv f. Elektr." 1914, S. 339.
[4]) Fritz Holm, „Untersuchungen über magnetische Hysterese". Dissertation. S. 12. Berlin 1912.
[5]) Heinke, „Wechselstrommessungen und magnetische Messungen", S. 224 ff. u. 281. Leipzig 1897.
[6]) E. Gumlich und E. Schmidt, „Ueber die Unterschiede von stetiger und unstetiger Magnetisierung". „ETZ" 1900, S. 233 ff.

Digitized by Google

koeffizienten oder der Potenz, nach der sich der Energieverbrauch für einen Zyklus mit der Maximalinduktion ändert, liegt wohl auf dem Gebiet der Wechselstromerscheinungen. Für dieses Gebiet ist wohl die Frage, ob sich die Energievergeudung mit der Ummagnetisierungsgeschwindigkeit ändert oder nicht, noch nicht ganz sicher gelöst, jedenfalls scheinen sie aber sehr nahe gleich zu sein. Die mit dem Epsteinschen Apparat ermittelten Hystereseverluste dürften nach veröffentlichten Werten[1]) etwas kleiner sein, als sie für dasselbe Eisen mit dem Magnetometer ermittelt wurden. Nach den Untersuchungen von Ewing u. a.[2]) sind bei kleineren Induktionen und größeren Zeiträumen nicht unbeträchtliche Nachwirkungen zu beobachten, bei kleineren Zeiträumen jedoch sollen diese Änderungen mit der Zeit klein sein.

Da man nun bei der beschriebenen Methode immer wieder von der Spitze ausgeht, werden bei längeren Zeiträumen auftretende Nachwirkungserscheinungen unterdrückt, u. zw. auch bei den Punkten, die über dem Remanenzpunkt erreicht werden, da der Aufenthalt beim Schalten an dieser Stelle nur kurz ist. Es könnten nun noch die mit wachsender Sprunggröße zunehmenden Wirbelstrombildungen im Eisen eine Fehlerquelle bilden, es ist jedoch schon von anderer Seite[3]) festgestellt worden, daß die Wirbelstrombildung bei ballistischen Messungen von untergeordneter Bedeutung ist.

Fritz Holm[4]) hat für technische Wechselzahlen gefunden, daß die Hystereseverluste bei Wechselmagnetisierung bei gleicher Maximalinduktion, gleich den nach der Methode von Evershed und Vignoles mit Gleichstrom ermittelten Verlusten sind, die letztere Methode arbeitet, wie die hier beschriebene, mit von der Spitze der Schleife ausgehenden wachsenden Sprüngen. Es darf also wohl angenommen werden, daß eine, unter Erschütterung der molekularen Struktur mit Gleichstrom aufgenommene Hystereseschleife in ihrem Energiewert einer, bis zu gleicher Maximalinduktion mit Wechselstrom aufgenommenen Schleife, sehr nahe kommt.

Da nun aus der oben erwähnten Arbeit der Reichsanstalt bekannt ist, daß die Sprunggröße bei magnetisch harten Materialien ohne Einfluß auf die Energievergeudung ist, wurden auch mit geglühten Flußeisenringen Untersuchungen angestellt; auch hier erhielt man mit Beziehung auf den Anfangspunkt des Koordinatensystems symmetrische, sich schließende Schleifen.

[1]) I. Epstein, „Die magnetische Prüfung von Eisenblech", „ETZ" 1900, S. 807.
[2]) Hopkinson, „ETZ" 1893, S. 449; Evershed und Vignoles, „Electrician", Bd. 27, S. 49; Bd. 29, S. 533.
[3]) Franz Rücker, „Beiträge zur stetigen und stufenweisen Magnetisierung", „ETZ" 1905, S. 904; F. Kirstädter, „Zur Magnetisierung eiserner Hohl- und Vollringe", „Ann. d. Phys.", Bd. 65, 1898, S. 85.
[4]) Fritz Holm, „Untersuchungen über magnetische Hysterese". Dissertation, S. 21. Berlin 1912.

Anpassung und Normalisierung bei elektromotorischen Antrieben.

Von **Ernst Adler**, Wien.

(Schluß von S. 383.)

Schutzart, Isolation und Anschlüsse. Als „Schutzart" wird bezeichnet die Art des Abschlusses gegen die Umgebung zwecks Schutzes des Motors gegen äußere Einflüsse oder Verhinderung der Beeinflussung der Umgebung durch die Vorgänge im Motor. Was hier Schutzart genannt ist, heißt im Handel auch Bauart oder Ausführung oder Kapselung. Es finden sich u. a. folgende Bezeichnungen für die vielen ausgeführten Schutzarten:

A. offen;
B. geschützt, halbgeschlossen;
C. ventiliert geschützt, ventiliert gekapselt, spritzwasserdicht, Tropfwasserausführung;
D. ventiliert geschlossen, ventiliert gekapselt mit Rohranschluß, Durchzugsbauart, geschlossen mit Preßluftkühlung;
E. geschlossen, gekapselt, geschlossen mit Rippenkühlung, geschlossen mit Wasserkühlung, geschlossen mit Mantelkühlung;
F. Plattenschutzkapselung, Schlagwetterausführung, explosionssicher.

Es scheint wünschenswert, durch den Verband die Klassifikation der Schutzarten und die Einführung einheitlicher Bezeichnungen vornehmen zu lassen, weil eine Regelung im Wege der freien Vereinbarung bei der Verschiedenheit der Ausführungen Schwierigkeiten bieten würde. Der Hauptzweck dieser Klassifikation wäre die Erleichterung des Vergleiches von Angeboten. Die Schutzart beeinflußt nicht nur Preis und Gewicht, sondern auch das Verhalten, besonders Wirkungsgrad, Leistungsfaktor, Drehzahl, Drehzahländerung und Anlaufverhältnisse. Außerdem würde auch das Interesse des Motorenbesitzers, der Hersteller der Arbeitsmaschinen und der Aufsichtsbehörden an dieser Frage gefördert werden, was für die Anpassung wertvoll wäre. Endlich könnte dadurch eine Vereinheitlichung und Verminderung der Zahl normal ausgeführter Schutzarten angebahnt werden. In England und Amerika hat die offizielle Regelung dieser Frage bereits stattgefunden.[1]) In Deutschland haben die Großfirmen nur interne Regelungen vorgenommen, obwohl die Ausbildung der meisten Schutzarten von Deutschland ausgegangen ist. Die Regelung erfordert zunächst eine Sichtung des vorhandenen Stoffes. Alsdann würde es sich darum handeln, kurze ausdrucksvolle Bezeichnungen zu finden oder besser, schon eingeführte Bezeichnungen festzusetzen. Diese Bezeichnungen sollen womöglich die Art des erzielten Schutzes, nicht die Mittel, durch die er angestrebt wird, kennzeichnen.

Die Entwicklung des Motorenbaues in den letzten Jahren war in der Richtung des erhöhten Schutzes. Die alten Stehlagermaschinen passen gewiß nicht in eine Werkstatt, aber auch die modernen Motoren, die nur wenige stromführende und drehende Teile freilassen, sind nicht geschützt genug für rauhere Betriebe. Daher kommt es, daß sich die Arbeiter so häufig selbst den Schutz improvisieren, Blechdeckel aufschrauben, Dächer und Geländer anbringen und Holzverschläge um die Motoren bauen. Es liegt also zweifellos ein Bedürfnis vor, und vielleicht wird, wenn eingebaute Ventilatoren und achsiale Kühlung Gemeingut des Elektromaschinenbaues geworden sind, die offene Maschine nur mehr in elektrischen Betriebsstätten zu finden sein, während die normale Bauart des Elektromotors, besonders der kleinen und mittleren Normalmotoren, die ventiliert geschützte sein wird. Kleinste Motoren sollen geschlossen sein.

Mit der Frage der Schutzart hängt zusammen die Wahl der Isolierstoffe und ihrer Tränkung, bei Aufstellung im Freien, in feuchten, durchtränkten, dampf-, säure-, laugen-, gas- und staubhaltigen Räumen, im Tropenklima sowie bei Unterbringung an Stellen, die dem Einfluß der strahlenden Wärme ausgesetzt sind. Es wird vorgeschlagen, durch Vereinbarung zu regeln, wie weit man in solchen Fällen für Dauer- und aussetzenden Betrieb bei Gewährleistungen gehen kann und welche, normale oder verstärkte, Isolierung ohne besondere Vorschriften bei den verschiedenen Schutzarten zur Ausführung gelangt.

Auch die Frage der Ausbildung der Anschlüsse steht im Zusammenhang mit der Normalisierung der Schutzart. Anzustreben ist Vereinheitlichung und Vereinfachung der Arbeit des Installateurs und ausreichender Schutz der Anschlüsse. Zunächst wird vorgeschlagen, durch Vereinbarung die normale Lage des Hauptklemmenbretts festzulegen und die Bemessung von Klemmen und Kabelschuhen zu regeln. Ferner wäre die Art des Schutzes der Klemmen durch vereinbarte Kennworte zu bezeichnen. Der Klemmenschutz durch Stutzen oder Deckel ist in den letzten Jahren vielfach angewandt worden, da anders eine verläßliche, widerstandsfähige Abdeckung und eine ununterbrochene, metallische Verbindung zwischen den Gehäusen von Motor und Steuergerät und der Schutzbewehrung der Leitung nicht zu erzielen ist. Der Klemmenschutz ist vorzusehen für folgende Anschlußverfahren:

A. Einfach-Gummiadern ohne metallische Schutzhülle (Tüllen);
B. Einfach-Gummiadern in getrennten Rohren (mehrere Schellen);
C. Einfach-Gummiadern in gemeinsamem Rohr (Schelle);
D. Mehrfach-Gummiader in Rohr oder Metallschlauch (Schelle);
E. Mehrfach-Gummiader in Stahldrahtpanzer (Schelle);
F. Einfach-Papierkabel (mehrere Endverschlüsse);
G. Mehrfach-Papierkabel (Endverschluß).

An dieser Stelle sind vielleicht auch einige Bemerkungen über die Verbands-Klemmenbezeichnungen am Platz. Eine Regel, die häufig zu Irrtümern Anlaß gibt, ist die Bezeichnung von Ständer- und Läuferklemmen des Drehstrommotors durch die gleichen Buchstaben U, V, W. Der Unterschied zwischen diesen großen und kleinen Buchstaben, auch wenn für die großen Buchstaben Blockschrift und für die kleinen Kursivschrift verwendet wird, ist nicht auffällig genug. Es wird daher vorgeschlagen, den Unterschied dadurch auffälliger zu machen, daß die kleinen Buchstaben auf Maschine und Steuergerät grundsätzlich in einer zu vereinbarenden Farbe, z. B. grün vermerkt werden, während die anderen Farben beliebig für die großen Buchstaben zur Verfügung bleiben. Ferner wäre bei der Ausführung der Klemmen oder des Klemmenschutzes von vornherein Rücksicht auf die Möglichkeit der deutlichen Anbringung der Buchstaben zu nehmen. Endlich sollten die den Maschinen und Anlassern beigegebenen Schaltbilder nach Art der Bilder in den Normalien ausgeführt werden, um die Bezugnahme zu erleichtern. Die Klemmenbezeichnungen werden in der Literatur, auch in Lehrbüchern und in Werken für Monteure, noch viel zu wenig verwendet.

Anlassen, Bremsen, Umsteuern und Regulieren. Für die Auswahl der Ausrüstung von Normalantrieben hat es sich als hinderlich herausgestellt, daß keine Festsetzungen über die normale Bewertung von Anlassern bestehen. Die Folge davon ist übermäßiger Wettbewerb, die Wahl ungeeigneter Geräte und verhältnismäßig häufige Störungen, infolge unrichtiger Bemessung oder ungeeigneter Formen. Ehe an die Festsetzung normaler Bedingungen für Anlasser geschritten werden kann, ist es jedoch notwendig, den Sprachgebrauch bezüglich der Angaben, die zur Beschreibung des Anlaßvorgangs erforderlich sind, zu überprüfen. In dieser Hinsicht besteht derzeit eine gewisse Unsicherheit.

„Anlassen" soll die willkürliche Verrichtung zur Herstellung der Beharrungsdrehzahl „Anlauf" der vom Motor ausgeführte Vorgang genannt werden. Der auf der ersten Stufe des Anlassers aufgenommene Strom ist der „Einschaltstrom". Als „Anzug" soll der Augenblick des Andrehens aus dem Stillstand be-

[1]) Vgl. den Bericht des Verfassers in „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1916, Heft 5.

Digitized by Google

zeichnet werden, und damit sind die Begriffe „Anzugsstrom" und „Anzugsdrehmoment", die bei Kurzschlußmotoren wichtig sind, festgelegt. Als weiterer Begriff sei der „Einzug" eingeführt, d. h. der Augenblick des Verlassens der letzten Anlasserstufe. Die zugehörigen Begriffe „Einzugsstrom" und „Einzugsdrehmoment", die bei der Beurteilung des Anlaufs von Kurzschluß- und Synchronmotoren eine Rolle spielen, sind dadurch geklärt. Alle Drehmomentwerte sind auf den Motorwellenstummel bezogen, stellen also einen Nettowert dar, der zur Ausführung der Nutz- und Verlustarbeit der Arbeitsmaschine und zur Beschleunigung aller bewegten Massen verfügbar ist. Alle Stromwerte sind bezogen auf die Motorklemmen, sind also Bruttowerte, die die Motorverluste enthalten. Die „Anlaßzeit" wird vom Augenblick des Einschaltens bis zum Einzug gerechnet, d. h. so lange der Anlasser Strom führt; sie ist also nicht ganz gleich der „Anlaufzeit", die vom Anzug bis zum Augenblick des Erreichens der Beharrungsdrehzahl gezählt wird. Die während des Anfahrvorgangs dem Netz entnommene elektrische Energie erscheint z. T. als Wucht in den bewegten Massen, z. T. als Nutz- und Verlustarbeit in Motor und Arbeitsmaschine und z. T. als „Anlaßarbeit" in Form von Wärme im Anlaßwiderstand.

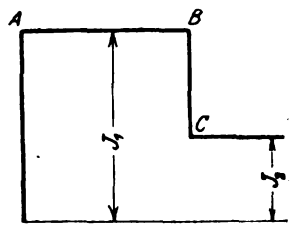


Abb. 1.

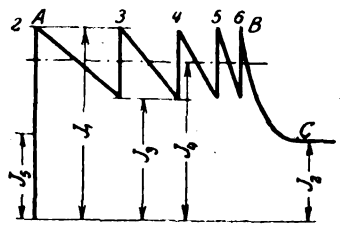


Abb. 2.

Abb. 1 stellt schematisch den idealisierten Anlauf eines Motors mit vielstufigem Widerstandsanlasser dar. Abb. 2 ist die Anlauflinie mit wenigstufigem Anlasser, der sich die wirkliche Anlauflinie nähert. Als Abszisse ist die Zeit oder die Drehzahl, als Ordinate der Strom bzw. das Drehmoment aufgetragen. Der Anzug *A* erfolgte in Abb. 1 beim Einschalten, in Abb. 2 auf Stufe 2; der Strom I_6 auf Stufe 1 ist der Einschaltstrom. *B* ist der Augenblick des Einzugs, C der Augenblick des Erreichens der Beharrungsdrehzahl. Beim vielstufigen Anlasser, Abb. 1, wird der „Anlaufstrom" I_1 von *A* bis *B* gleichgehalten; die in *B* vom Motor entwickelte Leistung ist die „Anlaufleistung", die sich aus dem „Anlaufdrehmoment" und der Beharrungsdrehzahl ergibt. I_2 ist der Strom bei Beharrungsdrehzahl. Beim wenigstufigen Anlasser erfolgt das Kurzschließen einer Anlasserstufe, wenn die Stromaufnahme auf I_3 gesunken ist. Was gilt als „Anlaufstrom" in diesem Fall? Dieser Begriff wird verwendet in § 3 bis 5 der „Normalen Anschlußbedingungen" u. zw. geht aus dem Wortlaut der Bedingungen und den Erläuterungen hervor, daß der Stromstoß I_1, der für die Beurteilung der Rückwirkung auf das Netz in Frage kommt, als Anlaufstrom gilt. Im Motorhandel wird diese Begriffsbestimmung nicht allgemein eingehalten. Man versteht darunter häufig den Mittelwert J_4 während des Anfahrvorgangs. Der Begriff „Anlaßstrom", der im § 29 der „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Schaltapparaten" vorkommt, ist überhaupt nicht definiert. Was gilt in Abb. 2 als „Anlaufdrehmoment". Der I_1 oder I_4 entsprechende Wert? Es ist bezeichnend, daß die Anschlußbedingungen nur von dem mit einem bestimmten „Anlaufstrom erreichbaren Drehmoment" sprechen. Ferner, daß Natalis, dem wir eine der gründlichsten Veröffentlichungen über Anlasser verdanken, und Jasse in einer der neuesten Arbeiten über Anlasser den Begriff „Anlaufstrom" ganz vermeiden.

Der Anlaufstrom wird nach den Anschlußbedingungen durch die VA für 1 PS Belastbarkeit bezeichnet; im Handel und in der Literatur wird aber der Anlaufstrom als Vielfaches des Stromes bei Belastbarkeit ausgedrückt. Das erstere Verfahren ist das gerechtere, weil es Motoren mit verhältnismäßig geringem Stromverbrauch bei Belastbarkeit denselben Anlaufstrom gestattet wie Motoren mit höherem Stromverbrauch. Das zweite, das Vielfachverfahren, kann zu Betrug verleiten oder dazu führen, daß an Stelle eines kleineren Motors mit hohem verhältnismäßigem Anlaufstrom ein größerer, mit demselben absoluten, aber relativ geringeren Anlaufstrom eingebaut wird. Trotzdem hat sich das in den Anschlußbedingungen empfohlene Verfahren nicht eingebürgert. Es scheint, daß kein Relativverfahren den Bedürfnissen des Elektrizitätswerks entspricht. Am besten wäre es, bei der Anmeldung des Motors den Absolutwert des Anlaufstromes in A anzugeben. Für kleine und kleinste Motoren wäre vorzuschreiben, daß durch den (etwa dreimal kurz hintereinander wiederholten) Anlauf bestimmte Sicherungen anerkannter Bauart nicht durchschmelzen dürfen. Auf eine Kritik der in den Anschlußbedingungen gegebenen Zahlenwerte wird mit Rücksicht auf deren anerkannte Verbesserungsbedürftigkeit verzichtet.

Die Bewertung der Anlasser ist bestimmt durch eindeutige Festsetzungen über Anlaufstrom, Anlaßzeit und Häufigkeit des Anlassens, ergänzt durch Bestimmungen über Stufenzahl, Einschaltstrom und Höchsttemperatur. Bezüglich der Häufigkeit ist zu unterscheiden zwischen der Zahl der Fahrten in der Stunde oder für einen Arbeitstag von 10 h und der Zahl der unmittelbar oder kurz aufeinander folgenden Anlaßvorgänge.

Manche Firmen bewerten die Anlasser nach der Belastbarkeit des Motors, andere nach der Anlaßleistung, und bei Ölanlassern findet man auch die Bewertung nach der Anlaßarbeit. Manche Hersteller machen eine willkürliche, unbestimmt gelassene Unterscheidung zwischen „leichtem" und „schwerem" Betrieb, und viele Firmen unterscheiden zwar zwischen „Halblast-" und „Vollast"-Anlassern, aber sie verzichten darauf, anzugeben, was mit diesen Bezeichnungen gemeint ist. Es scheint, als ob, je nach der persönlichen Ansicht, als „Last" die den Strömen I_1 oder I_4 oder I_2 in Abb. 2 entsprechenden Leistungen gemeint wären. Auf die Verwendung der Bezeichnung „für hohe (bzw. geringe) Anzugskraft", aus den Anschlußbedingungen, scheint allgemein verzichtet worden zu sein.

Ansätze zur Festlegung normaler Anlaßbedingungen liegen längst vor. So enthielten die amerikanischen Normalien folgende Vorschrift: Anlaufstrom 1,5-fach, Anlaßzeit 15 s, Anlaßhäufigkeit 15-mal f. d. Stunde in Abständen von 4 min. Diese Vorschrift scheint unvollkommen, denn sie macht keinen Unterschied zwischen Leicht- und Schweranlassern, bezieht sich offenbar nur auf luftgekühlte Metallanlasser und schreibt ohne Rücksicht auf die Motorleistung eine einheitliche Anlaßzeit vor.

Es wird vorgeschlagen, Anlasser grundsätzlich nach der Belastbarkeit des Motors zu verkaufen und zwischen Leicht- und Schweranlassern zu unterscheiden. Alle anderen Bestimmungsstücke sind für den Handel zu schwerfällig. Aber diese Bewertungsklassen sind an geeigneter Stelle, getrennt für Luft-, Öl- und Flüssigkeitsanlasser festzulegen, damit eine Nachprüfung stattfinden kann, wenn im Einzelfall verläßliche Angaben über die Anlaßbedingungen vorliegen. Auch würde eine solche Festsetzung zur richtigen Verwendung der Anlasserarten beitragen.

Den Regulierungsvorgang hat der Verfasser in einer besonderen Arbeit einer ausführlichen Besprechung unterzogen[1]) und hat versucht, durch Untersuchung verschiedener Anwendungen von Regulierantrieben eine Klassifikation der Regulierzwecke aufzustellen, die es ermöglichen soll, Arbeitsvorgänge, bei welchen die Regulierung der Drehzahl noch nicht zur Anwendung gelangt ist, auf ihre Eignung dazu zu untersuchen. An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, daß es im Interesse der häufigeren Anwendung von Regulierantrieben empfehlenswert wäre, den bei Feldschwächung zulässigen Höchstregulierbereich der Gleichstrom-Wendepolmotoren in den Preislisten anzugeben und kein Hehl daraus zu machen, daß sich — etwa abgesehen von einigen Stabilisierungswindungen — ein Nebenschlußmotor für unveränderliche Drehzahl von zum Beispiel 10,5 kW, 550 Umdr/min nicht unterscheidet von einem „Reguliermotor" mit der Grunddrehzahl 550 Umdr./min für den Regulierbereich 1:3.

Die elektrische Bremsung hat in den letzten Jahren bei Arbeitsmaschinen, die häufig und schnell abgestellt werden sollen, vielfach Anwendung gefunden, u. zw. nicht nur wegen der Strom- und Zeitersparnis, sondern auch aus Sicherheitsgründen. Auch von der Umsteuerung, die man bei mittleren Motoren bis zu 40-mal i. d. min getrieben hat, macht man jetzt häufiger Gebrauch, vereinfacht dadurch die Arbeitsmaschine und erleichtert die Bedienung. Beide Steuervorgänge kommen für den Anpassungsgedanken wesentlich in Betracht.

Steuer- und Schaltgeräte. Leitungen. Bei Spezialantrieben wird der Frage der Betätigung und Ausführung der Steuergeräte genügend Beachtung geschenkt. Besonders wertvoll für die Anpassung des Motors an den Betrieb sind die halb- und vollautomatischen Steuerungen. Diese wurden früher für durchlaufende Antriebe vorwiegend als Kontaktbahngeräte ausgeführt, und die Anwendung der Schützensteuerung blieb auf schwere und aussetzende Antriebe beschränkt. Neuerdings ist jedoch die Schützensteuerung hinsichtlich Schaltung und Bauart wesentlich vereinfacht und dadurch auch für mittlere, durchlaufende Motoren geeignet gemacht worden. Das ist durch Ausbildung von Hauptschlußschützen mit magnetischer Nebenschließung und durch Verminderung der Stufenzahl erreicht worden.

Der Bau- der Steuer- und Schaltgeräte für kleine und mittlere Normalmotoren hat hingegen seit Jahren wenig Fortschritte gemacht. Die mechanische Ausführung vieler auf dem Markt befindlicher Anlasser ist zu wenig widerstandsfähig, und der Raumbedarf der Widerstände ist unverhältnismäßig groß (wie sich durch Vergleich mit Heizkörpern ergibt). Die Anbringungsmöglichkeiten sind beschränkt, aber die Zahl der gebauten Spezialausführungen ist verwirrend groß. Ferner erscheinen die Vorkehrungen zur konstruktiven Vereinigung von Anlasser und Schalter und Sicherungen sowie zum Zusammenbau von Steuer- und Schaltgeräten ungenügend. Endlich müßte bei allen Motorarten grundsätzlich dafür gesorgt werden, daß die Bemessung der Sicherungen, sofern diese den einzigen Schutz gegen Überlastung bilden, nach der Belastbarkeit erfolgen kann, und daß der Motor gegen die Folgen von Spannungsrückgang geschützt wird. Der Verfasser hat diesen Gegenstand in einer besonderen Arbeit[2]) ausführlich besprochen und regt eine Einflußnahme der Elektrizitätswerke und der Sachverständigen an, zwecks Vereinheitlichung und Vereinfachung der Ausrüstung, Erleichterung der Arbeit des Installateurs und Ersatz

[1]) E. Adler: „Die Regulierung von Elektromotoren „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1917, Heft 15.
[2]) E. Adler, „Die Installation von Elektromotoren" „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1916, Heft 48.

Digitized by Google

der am Aufstellungsplatz auszuführenden Arbeiten durch Werkstättenarbeit.

Für kleinste Normalmotoren wird Steckeranschluß vorgeschlagen, womöglich ohne weitere Anlaß- und Schaltgeräte oder Sicherungen. Stromzuführung durch Schnur, wie bei Kochgeräten.

Kleine Normalmotoren sollten grundsätzlich durch Ein- oder Umschalten angelassen werden können. Bei Drehstrom wäre daher eine Erweiterung der Anschlußmöglichkeit der Kurzschlußmotoren anzustreben und die Anschlußbedingungen den heutigen Verhältnissen in großen Netzen anzupassen. Ferner wäre bei Drehstrom und Gleichstrom der Ausbildung einfacher, wenigstufiger Selbstanlasser noch mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Bei solchen Ausrüstungen wären Anlaß-, Schalt- und Sicherungsgeräte zusammenzubauen, ja womöglich an den Motor anzubauen. Motor und Zubehör sollen ein zusammengehöriges Ganzes bilden, das anschlußfertig verkauft wird.

Bei mittleren Normalmotoren wird vorgeschlagen, den Motor mit Anlaßgerät, Schalter und Sicherungen als vollständige, einheitliche Ausrüstung zu verkaufen und die Geräte nicht nur für Wandbefestigung, sondern auch für Fußbodenaufstellung neben dem Motor auszubilden. Die geeignetste Leitungsart zwischen Motor und Anlasser bei solchen Antrieben ist Mehrfach-Gummiader mit zusätzlichen Seelen für Erregung, Erdung usw., die durch Metallschlauch geschützt wird.

Zusammenfassend sei betont, daß die vorstehenden Anregungen nur teilweise zur Berücksichtigung in den Veröffentlichungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker beantragt werden. Die anderen, zur Erörterung gestellten Fragen sind als Gegenstand freier Vereinbarung der Motorfabriken gedacht[1]) und sollen Richtlinien darstellen, die Normalisierung und Anpassung in Einklang bringen.

Der Entwurf elektrischer Antriebe geschieht vielfach durch sachkundige oder ungeübte Leute. Regeln, die anerkannte Erfahrungen verkörpern, würden daher zweifellos von Nutzen sein, obwohl die Technik der Antriebe in schneller Entwicklung begriffen ist. Bei den großen Firmen gibt es Ingenieure, die einzelne Gebiete, wie Berg- und Hüttenwesen, Krane, Textilantriebe als Sonderfach eingehend bearbeiten. Woran es noch fehlt, das ist die Zusammenfassung der auf verschiedenen Gebieten gemachten Erfahrungen, deren Verwertung für kleine und mittlere Antriebe und die Heranbildung von „Antriebsingenieuren", die nicht nur die vielen auftretenden elektrischen und mechanischen Fragen beherrschen, sondern auch in der Erfassung der Arbeitsverhältnisse verschiedener Gewerbe und Industrien Übung besitzen.

Diese Aufgaben sollten nicht lediglich den Fabriken überlassen bleiben, die aus geschäftlichen Gründen sich manchmal Zurückhaltung auferlegen müssen, sondern auch die Elektrizitätswerke wären berufen, mitzuarbeiten, etwa durch Einrichtung von Beratungsstellen, für die Ansätze bei den größeren Werken längst vorhanden sind, und durch den Austausch der dort gemachten Erfahrungen durch eine der vorhandenen Organisationen.

[1]) Ähnlich den Regeln der amerikanischen Association of Electric Motor Manufacturers, welche die Normalien der A. I. E. E. ergänzen.

Der Tod durch Starkstrom als Herztod und die Grenze der gefährlichen Stromstärke[2]).

Von **Prof. Dr. H. Boruttau.**

Die Erkenntnis, daß der Tod durch elektrischen Starkstrom in der überwiegenden Zahl der Fälle Herztod durch Kammerflimmern ist, die sich auf den gründlichen Arbeiten von Prévost und Battelli aufbaut, ist von gleich großer Bedeutung für die Fragen der Unfallverhütung wie der Wiederbelebungsversuche. Auf meinen Vortrag im Elektrotechnischen Verein[1]) mit anschließender Erörterung[2]) sind mir aus Kreisen der Technik noch zahlreiche Zuschriften zustimmenden Inhalts, Mitteilungen neuer interessanter Unfälle und Anfragen zugegangen. Ich entnehme ihnen, daß das Verständnis dafür, worauf es beim Zustandekommen des Herztodes ankommt, sich allmählich Bahn bricht, aber vielfach hinsichtlich wesentlicher Punkte noch mangelhaft ist. Im höchsten Maße gilt das für das Nachwort, welches Jellinek zu meinem Vortrag kürzlich hier veröffentlicht hat.[3]) Freilich werden mir darin Anschauungen zugeschrieben, von denen in meinem Vortrage und meinen Arbeiten nirgends die Rede ist, und in einer Weise, daß ich nicht umhin kann, dagegen aufs Nachdrücklichste Verwahrung einzulegen. Nach Jellinek soll ich versucht haben, nachzuweisen, „daß das tödliche Kammerflimmern immer dann eintrete, wenn zwei hierzu erforderliche Bedingungen erfüllt sind: 1. Einwirkung von Niederspannung unterhalb 1000 V, und 2. derartige Anordnung der Strom-Ein- und Austrittsstellen, daß es dabei zur Durchströmung des Herzens kommt". Diese zwei Bedingungen sollen nun (was an sich ganz richtig ist, und dieses Zugeständnis von Jellinek möchte ich ausdrücklich hier feststellen) „in der Mehrheit der in der Unfallpraxis vorkommenden Elektrisierungen zutreffen", — ich soll „das nicht bedacht haben" und „mir bei der statistischen Verarbeitung des amtlichen Unfallmaterials" der große „Irrtum unterlaufen sein, daß ich vergessen habe, in meine Berechnung alle jene Personen einzustellen, welche elektrische Unfälle erlitten, aber am Leben blieben, über die keine Fragebogen ausgefüllt wurden". Nun glaube ich doch, in allen meinen Veröffentlichungen und auch in dem Vortrag deutlich genug klargelegt zu haben, daß jene beiden Bedingungen durchaus nicht genügen, um Kammerflimmern als Folge der Durchströmung des Herzens auftreten zu lassen: es kommt darauf an, daß die das Organ treffende, elektrische Energie genügend groß ist, die durch den Körper gehende Stromstärke einen Mindestwert erreicht, was bei feststehender Spannung zwischen den berührten Leitern bzw. Leiter und Erde durchaus von den Widerständen, insbesondere den Übergangswiderständen an der Strom-Ein- und Austrittsstelle abhängt: daß die große Mehrzahl der Unfälle nicht tödlich verläuft, obwohl jene beiden anderen Bedingungen erfüllt sind, liegt daran, daß glücklicherweise bei der Mehrzahl der Berührungen in der Praxis der Elektrotechnik der Widerstand zu hoch bleibt, um es zu gefährlicher Durchströmungsintensität des Herzens kommen zu lassen. Bei sehr niedrigen Spannungen schützt auch bei inniger Berührung und guter Erdung des Körpers derjenige Teil des scheinbaren Widerstandes, der, wie wir jetzt dank den schönen Arbeiten Gildemeisters[4]) wissen, auf elektromotorischer Gegenwirkung der Haut beruht. Bei den üblichen mittleren Spannungen und einpoliger Berührung bilden Holzfußboden, trockenes Schuhwerk und Kleidung durch schlechtleitende Eigenschaften einen meist zum Schutze genügenden wirklichen Widerstand. In Jellineks ganzem Nachwort kommt aber das Wort „Widerstand" überhaupt nicht vor; er schreibt, als ob er vom Ohmschen Gesetz nichts wisse. Wenn er mir vorwirft, daß nach meiner Darstellung fast alle, die elektrische Niederspannungsleitungen berühren, sterben müßten, so scheint er mir von wirklichem Verständnis der elektrophysikalischen Grundgesetze ebenso weit entfernt zu sein, wie seine Behauptung, ich hätte den Tod nur von jenen beiden Bedingungen abhängig gemacht, von der Wahrheit! Daß auch bei unmittelbarer Berührung beider Pole mit der bloßen Haut derartiger Körperteile, daß das Herz in der Strombahn liegt, der Widerstand hoch genug sein kann, um die Intensität unterhalb der Gefahrgrenze für Herzflimmern (darüber siehe unten!) zu lassen, ist für denjenigen, der die außerordentliche Verschiedenheit des Hautwiderstandes je nach den Umständen (Durchfeuchtung, Schwielen usw.) kennt, doch eigentlich selbstverständlich. Da ich diese Kenntnis nach seinen eigenen Veröffentlichungen von Jellinek annehmen muß, so hat er meines Erachtens kein Recht, seine zwei Fälle aus der „Wiener klinischen Wochenschrift" 1910, Nr. 50, gegen mich bzw. den einheitlichen Todesmechanismus durch Kammerflimmern heranzuziehen, ebensowenig die Doppelunfälle, bei denen der eine Verunglückte stirbt, der andere am Leben bleibt: seine Annahme, daß dabei „nicht nur die zwei für Kammerflimmern geforderten Bedingungen vorhanden, sondern auch sonst die äußeren Umstände für beide Opfer die gleichen waren", trifft eben für den Widerstand und die Durchströmungsintensität nicht zu, zumal diejenige des Herzens, die noch von der relativen Größe und Lage dieses Organs wie des ganzen Körpers abhängig sein wird. Die große Verschiedenheit der Widerstände und Stromverteilung von Fall zu Fall bedingt eben zu einem großen Teile (natürlich nicht allein, siehe unten) die Buntscheckigkeit des Verlaufes und Ausganges der elektrischen Unfälle. Um indessen auch die Buntscheckigkeit des Todesmechanismus, wie er sie behauptet, zu beweisen, zieht er Behauptungen und Versuchsergebnisse heran, die, so schlagend sie dem Fernerstehenden vielleicht auf den ersten Blick erscheinen mögen, keiner kritischen Beleuchtung standhalten: Der in seinen Versuchen an nicht gefesselten Hunden und Katzen um die angefeuchtete Vorderpfote gewickelte Draht (war sie vorher rasiert?!) und die Berührung einer Hinterpfote mit dem Erdboden brauchen „den Bedingungen des Unfalls an Menschen" durchaus nicht „möglichst nahezukommen". Es wird mich sehr interessieren, aus der ausführlichen Darstellung dieser Versuche zu erfahren, ob ein Meßinstrument eingeschaltet war, welches die Stromstärke angab, die kein Kammerflimmern erzeugte[1]). Jellinek glaubt „meinen Versuchen zu gute halten zu müssen, daß ich an narkotisierten Tieren arbeitete, und daß Narkotika für die Entstehung von Herzflimmern disponierend wirken" — insbesondere Chloroform: gewiß, Chloroformdampf, in höherer Konzentration eingeatmet, kann geradezu primären Herztod durch Kammerflimmern erzeugen, und so erklärt sich die Mehrzahl der Narkoseunfälle im Beginn der Narkose. Aber für narkotisierte Tiere soll ja nach Jellineks eigenen Angaben der elektrische Strom weniger gefährlich sein.[2]) Ich kann Jellinek versichern, daß ich auch Versuche an nicht narkotisierten Tieren und unter Bedingungen angestellt habe, die den natürlichen Unfallsbedingungen vielleicht noch näher kommen als die seinen, und daß sie mir alle gezeigt haben, daß zur Erzeugung von Herzflimmern und damit zur Tötung eben eine gewisse, minimale Stromstärke nötig ist, von der ich unten ausführlicher sprechen werde.

Ich habe neuerdings in Versuchen am isolierten Herzen[3]) geradezu nachweisen können, daß es sich um eine „gefährliche Breite" (sog. physiologisches Optimum) der das Herz durchsetzenden Stromstärke (Elektrizitätsmenge in der Zeiteinheit) handelt, die Kammerflimmern erzeugt, — für Wechselstrom noch abhängig von der Wechselzahl, die die Dauer der Einzeleinwirkung bestimmt —: Es ist also wieder unrichtig, wenn Jellinek behauptet, „Boruttau sagt, Kammerflimmern entstehe nur durch Niederspannung". Außerdem kann Erhöhung des Übergangswiderstandes im Hochspannungsunfall, außer durch den Funkenübergang durch die Luft, der den größeren Teil des Spannungsabfalls enthält[4]) oder durch schlechte Erdung, auch recht wohl durch die Verschorfung oder Verkohlung der Weichteile bedingt sein, die nicht immer so schnell zu gehen braucht, daß sie einer Selbstausschaltung des Stromes gleichkommt; ist eine genügende Zeit hindurch die das Herz treffende Stromstärke innerhalb der gefährlichen Breite, so wird Tod durch Kammerflimmern erfolgen können. Daß der Verlauf der Hochspannungsunfälle gerade besonders von den jeweiligen Umständen abhängt, glaube ich in meinen Arbeiten deutlich genug auseinandergesetzt zu haben.

Jellinek legt mit Recht Wert auf die Druckverhältnisse im Gehirn- und Rückenmarkskanal. Indessen wird gesteigerter Hirndruck am ehesten bei denjenigen Fällen zu

[1]) „ETZ" 1918, S. 81, 94.
[2]) „ETZ" 1918, S. 131, 139.
[3]) „ETZ" 1918, S. 221.
[4]) Siehe seinen Vortrag im Elektrotechnischen Verein am 28. V. 1918 (noch nicht abgedruckt).

[1]) Ich möchte es bezweifeln, da Jellinek in seinen neuerdings im Laboratorium der Wiener tierärztlichen Hochschule angestellten Wechselstromversuchen kein Milliamperemeter zur Verfügung hatte und darum über ihre Ergebnisse nicht viel mehr sagt als die in seinem Nachwort zitierten wenigen Worte. Daß mir diese bzw. der kurze Bericht in der „Wiener klin. Wochenschr." 1913, Nr. 44, entgangen sind, dürfte um so weniger ins Gewicht fallen, als Jellinek in seinen „Streiflichtern", „ETZ" 1917, S. 361, es nicht für nötig gehalten hat, die von Grempe herangezogene Arbeit von mir („Berliner klin. Wochenschr." 1916, Nr. 33) überhaupt anzuführen.
[2]) „Elektropathologie", S. 86.
[3]) Die Versuche werden in der „Ztschr. f. exp. Pathologie" veröffentlicht.
[4]) In Fall 46, den mir J. vorhält, „griff der Verunglückte mit der einen Hand nach der Hauptspeiseleitung" (Drehstrom 5000 V); bei Fall 279 „berührte der Verunglückte mit einem in der rechten Hand gehaltenen Bleistift den unter 25000 V stehenden Leiter". Wenn hier nicht Spannungsausgleich durch die Luft bereits stattfand, wann denn?

Digitized by Google

erwarten sein, in denen Hals und Kopf vom Strom durchsetzt wurden; deren bietet mein Material nur 28 gegenüber 184, in denen es nicht der Fall war. Vielleicht gehören die Fälle 49, 92, 143 in der Tat hierher, die mir Jellinek vorhält, und in denen der Tod erst einige Zeit nach dem Unfall eintrat. Daß sekundäre Erscheinungen am Zentralnervensystem tödlich wirken können, stelle ich nicht in Abrede. Aber sie gehören nicht zu der vorwiegenden Zahl, die ich dem primären Herztode vindiziere. Hiervon sind die von Jellinek zugunsten der „Buntscheckigkeit des Todesmechanismus" herangezogenen Fälle 38, 40, 104, 240 ganz typische Beispiele. Ebensowenig heiße ich auch die Unterbrechung der künstlichen Atmung bei Fall 49 gut. Ich habe bereits in meinem Vortrag selbst erklärt, daß ich weit davon entfernt bin, die Empfehlung der künstlichen Atmung bekämpfen zu wollen, vielmehr diese für die notwendige Voraussetzung aller Rettungsbestrebungen erklärt. Wie soll ich durch die Feststellung, daß sie leider in der Mehrzahl der Fälle erfolglos war, ihren Wert „nicht nur für die elektrische Unfallehre, sondern überhaupt in Mißkredit gebracht" haben. Im Gegenteil, ich könnte sagen: mit seiner Behauptung, daß, wo sie nicht Erfolg brachte, wie in Fall 264 und 270, es an ihrer verspäteten und mangelhaften Vornahme liege, wirkt Jellinek entmutigend. Und wo ist der durch künstliche Atmung wiederbelebte Fall von primärem Herztod durch Kammerflimmern? Denn daß es Fälle von primärem Herztod gibt, das steht ja wörtlich in Jellineks Artikel in der Festnummer von „Elektrotechnik und Maschinenbau", März 1913, den er heranzieht, um nachzuweisen, daß er das von ihm experimentell bestätigte Herzflimmern nicht in Veröffentlichungen für weitere Kreise möglichst in den Hintergrund zu schieben bestrebt sei. Daß letzterer Eindruck erweckt werden muß, geht daraus hervor, daß auch heute noch in Unfallehrbüchern, wie Thiem (1909), Grotjahn und Kaup (1912) u. a., hauptsächlich auf seine „Elektropathologie" von 1903 verwiesen wird und nach ihm Leitsätze zusammengestellt werden, in denen wahrhaftig nicht „das Gefahrenmoment der Herzstörung ausdrücklich betont wird", das doch seit 1899 durch Prévosts und Battellis Versuche erwiesen ist. Aber H. E. Hering, dem offenbar Jellineks Experimentalarbeit in Pflügers Archiv vor Augen steht, schreibt in seiner ausgezeichneten, voriges Jahr erschienenen Monographie „Der Sekundenherztod"[1]) folgendermaßen: „Jellinek, der 1903 den Tod durch elektrische Ströme auf Verletzungen der Nervenzentren zurückführte, hat 1908 die Versuche von Prévost und Battelli unter Anwendung von Gleichströmen wiederholt und weiter ausgeführt. Auch er findet, daß der Tod primär durch Herzkammerflimmern herbeigeführt wird."[2]) Also doch auch bei den tödlichen Starkstromunfällen?! Nirgends hat Jellinek diesen Übergang von der falschen[3]) zur richtigen Anschauung offen zugestanden, die bereits 4 Jahre gutbegründet war, bevor er jenes Buch mit der falschen schrieb. Statt dessen erklärt er den Todesmechanismus in seinem Nachwort für ein (für ihn) immer noch großes Geheimnis und begründet das Festhalten an seinem unglückseligen Satze, daß der Starkstromtod durchweg ein Scheintod sei, damit, daß die Opfer ja nur scheintot wären, wenn es gelinge, das flimmernde Herz wieder zum rhythmischen Schlagen zu bringen, wozu ich „morgen" Mittel und Wege finden wolle. Daß ich in meinen bisherigen Veröffentlichungen, der „Lebensarbeit anderer Forscher" und eigenen Erfahrungen entsprechend die Chancen als nicht besonders günstig hingestellt und ausdrücklich erklärt habe, daß bestenfalls nur ein Teil der bisher verlorenen Menschenleben in Zukunft zu retten sein wird, erwähnt Jellinek nicht und wendet sich gegen meine Absicht, das tödliche Kammerflimmern beim Tiere kinematographisch vorzuführen, weil es die Laienhelfer, in deren Hände die Rettung der elektrisch Verunglückten fast ausnahmslos gelegt ist, abschrecken müsse. Ob diesen angeblichen Nachteil nicht der Vorteil überwiegt, die viel größere Zahl der gefährdeten Personen durch Abschreckung zu größter Vorsicht zu ermahnen und so Unfälle zu verhüten, deren Abhilfe, wenn sie einmal erfolgt sind, so zweifelhaft ist, — das zu beurteilen, kann ich getrost dem Leser überlassen. Aber ich will gern vorschlagen, zugleich mit jenem Film einen solchen vorzuführen, der zeigt, wie ein durch Starkstrom Verunglückter durch richtig eingeleitete, künstliche Atmung wieder ins Leben zurückgerufen wird, vor allem mit flimmerndem Herzen. Trotzdem stimme ich, wie gesagt, darin mit Jellinek überein, daß die künstliche Atmung nicht früh genug eingeleitet werden kann, und richtig gehandhabt werden muß, — schon als nötige Voraussetzung in dem Falle, daß die wirksame Bekämpfung des Herzflimmerns bzw. des darauffolgenden Herzstillstandes durch künstliche Eingriffe praktische Erfolge zeitigen wird.[1]) Es freut mich, auch darin ihn mit mir übereinstimmen zu sehen, daß er am Schluß die Hoffnung ausspricht, daß die Laboratoriumsversuche uns der Lösung dieser Aufgabe näherbringen werden. Endlich stimmen wir dahingehend überein, daß wissenschaftliche Wahrheiten nicht von Autoritäten, sondern von Tatsachen gestützt werden: auf diese Weise bricht die Wahrheit sich eben stets Bahn, und so wird es auch zur allgemein anerkannten Wahrheit werden, daß in der Mehrzahl der Todesfälle durch Starkstrom Herztod vorliegt.

Einen weiteren Schritt zu dieser Erkenntnis haben leider die in den letzten Jahren vorgekommenen Unfälle bewirkt, bei denen Patienten, die zu Heilzwecken mit Wechselströmen behandelt wurden, plötzlich gestorben sind.[2]) Diese Fälle haben manche Ärzte veranlaßt, auf jede Heilbehandlung mit Zentralen- oder Umformerwechselstrom ganz zu verzichten. Man braucht aber nicht so weit zu gehen. Der Fehler, der gemacht worden ist, liegt darin, daß aus Heilanzeigen die früher selten vorlagen, durch Kriegsbeschädigungen des Zentralnervensystems in den letzten Jahren dagegen öfter, der Wechselstrom so durch den Rumpf geleitet worden ist, daß dabei Stromzweige in gefährlicher Dichte durch das Herz gehen konnten, — um so mehr, weil die Anschlußapparate (Pantostaten, Multostaten usw.) bis jetzt nicht mit einem Meßinstrument für den Wechselstrom versehen waren. Um in Zukunft solche Unfälle zu vermeiden, sollen zunächst alle Anschlußapparate ein mit schwachem Gleichstrom betriebenes Schlitteninduktorium besitzen, dessen steil verlaufende Öffnungsschläge schon bei geringen Stromstärken in gewünschtem Maße die Empfindungsnerven reizen. Solche Reizungen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken sollen, insbesondere am Rumpf, nur mit diesen (sog. faradischen) Strömen und nicht mit (wenn auch heruntertransformierten) Zentralen- oder Umformerwechselströmen (sog. sinusoidale Faradisation der Ärzte) ausgeführt werden. Der Wechselstrom soll vielmehr nur der Beeinflussung der Gefäße und des Herzens dienstbar gemacht werden[3]), und hier muß durch die Größe der Elektrodenflächen und durch Messung der Stromstärke verhindert werden, daß das Herz gefährdet wird. Die Anschlußapparate werden also Wechselstrom für das elektrische „Vierzellenbad" und das elektrische „Vollbad" liefern, wobei nicht nur durch Veränderung von Vorschaltewiderstand oder Kontaktverschiebung am Transformator die Spannung reguliert, sondern dauernd während der Behandlung die Stromstärke in mA am Meßinstrument abgelesen werden muß. Ich habe in der Erörterung des Vortrages von Bangert im Elektrotechnischen Verein erwähnt, daß ich mich in den letzten Jahren mit der Frage der besten Konstruktion und des Meßbereichs für das hier anzubringende Meßinstrument beschäftigt habe, wobei ich von allen in Frage kommenden Firmen in entgegenkommender Weise unterstützt worden bin. Die ausführliche Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt in einem medizinischen Fachblatt; hier möchte ich nur ausführen, daß die angestellten Tierversuche und Beobachtungen am Menschen mir wichtiges Material an Zahlen geliefert haben, die angeben, bei welcher Stromstärke und bestimmter Größe und Lage der Elektrodenwechselstrom vom Menschen überhaupt empfunden, als kräftig fühlbar und als unerträglich bezeichnet wird, — endlich bei welcher Stromstärke am Tier Herzflimmern eintritt. Natürlich haben sich unter sonst gleichen Umständen große individuelle Unterschiede ergeben, die aber meistens durch Widerstandsmessungen an den Versuchspersonen auf Widerstandsverhältnisse sich zurückführen ließen. Trotzdem muß daran festgehalten werden, daß Krankheitszustände wie der Status thymicolymphaticus an sich eine besondere Gefahr bzw. Neigung zu Herzflimmern bedeuten und bei der Beurteilung der Gefahrgrenze der Stromstärke auf diese Rücksicht genommen werden muß. Für Hunde und Katzen bleibt es nach neueren Versuchen bei dem Ergebnis, das schon die französische, staatliche Kommission zur Erforschung der Starkstromunfälle erhalten hatte, daß nämlich 100 mA bei Durchströmung in der Achse des Körpers mit Wechselstrom den Tod durch Herzkammerflimmern sicher bewirken. Bei Querdurchströmung der Brust, insbesondere bei kleinen Tieren (so den Kaninchen, bei denen Herzflimmern oft von selbst vorübergeht), können hierzu schon 25 bis 50 mA genügen. Jedenfalls wird man 50 mA Wechselstrom bei Durchströmung des menschlichen Körpers ohne Nebenschließung unter allen Umständen als gefährlich zu bezeichnen haben und diese Stromstärke nur im Vollbade mit Elektroden, die nicht unmittelbar den Körper berühren, und eine gutleitende Nebenschließung durch das Badewasser gestatten, als zulässig erachten.[1]) In allen anderen Fällen muß ich (angesichts der Möglichkeit besonders niedriger Körperwiderstände, die bei Anwendung schon relativ niedriger Spannung hohe Stromstärken geben, sowie etwaiger krankhafter Veranlagungen) 20 mA Wechselstrom als Grenze desjenigen bezeichnen, was man durch den menschlichen Körper schicken darf; dieser Wert sollte an den Wechselstrom-Meßinstrumenten, mit denen in Zukunft ärztliche Anschlußapparate auszurüsten sind, mit einem roten Strich bezeichnet werden. Er bedeutet etwa das, was bei chemischen Heilmitteln die Maximaldosis des Arzneibuches ist. 100 mA entsprechen der sicher tödlichen Menge eines Giftes. Das sind Dinge, die in Zukunft der Arzt ebenso wie der Elektrotechniker wissen muß.

Zu den vorstehenden Bemerkungen des Herrn Prof. Boruttau sendet uns Herr Dr. Stefan Jellinek, Wien, folgende Bemerkungen:

Für das Urteil der Leser dieser Zeitschrift ist es überflüssig, meinem in der „ETZ" 1918, S. 221, veröffentlichten „Nachwort" noch etwas hinzuzufügen, da Boruttau bis auf einige theoretische Betrachtungen auch nicht einen einzigen der ihm von mir vorgehaltenen Irrtümer aufzuklären versucht hat. Die Mängel und Unverwendbarkeit seines „amtlichen Unfallmaterials", die Irrtümer seiner Statistik und seine darauf beruhenden Trugschlüsse, die ich mit Daten und Ziffern aus seiner eigenen Arbeit leicht beweisen konnte, muß er unwidersprochen lassen. Dafür versucht er, die „Streitfrage" persönlich auszutragen, indem er sagt, daß ich „vom wirklichen Verständnis der elektrophysikalischen Grundgesetze weit entfernt sei", daß ich „schreibe, als ob ich vom Ohmschen Gesetz nichts wisse" usw. Ich bin nicht in der Lage, auf derartiges zu antworten, auch nicht auf die von Boruttau geäußerten Zweifel an der Methode meiner neuen Tierversuche, die ich noch nicht veröffentlicht habe, und die ihm daher nicht bekannt sein können.

Statt in seiner neuen Veröffentlichung vielleicht nach einer Erklärung seiner Irrungen zu suchen, teilt Boruttau als Neuigkeit mit, daß seine ebenfalls noch nicht veröffentlichten Tierversuche besser begründet seien als die meinen. Als ob durch derlei Kleinigkeiten die ernste Frage der Lebensrettung auch nur im geringsten berührt wäre!

Boruttau glaubt, die ihm vorgehaltenen Irrlehren weiter dadurch zu entkräften, daß er sich beklagt, daß ich es nicht für nötig gehalten habe, seine in der „Berliner klinischen Wochenschrift" 1916, Nr. 33, veröffentlichte und von Grempe angezogene Arbeit überhaupt anzuführen!

Boruttau, der meine im Jahre 1903 erschienene „Elektropathologie" zum Angriff nimmt und alle meine seit damals erschienenen Veröffentlichungen über Hilfeleistungen und Behandlung, welche ich vielen elektrischen Unfallsopfern angedeihen ließ, einfach nicht kennt oder nicht kennen will, beklagt sich, daß ich seine literarische Verarbeitung fremden Unfallsmaterials nicht anführe.

Mit voller Entschlossenheit tritt Boruttau heute für gründliche Anwendung der künstlichen Atmung ein, gegen die er in seinem im Elektrotechnischen Verein im Dezember 1917 in Berlin gehaltenen Vortrage[2]) noch Bedenken

---

[1]) Julius Springer, Berlin 1917.
[2]) Daselbst S. 30.
[3]) Diese Anschauung findet sich in Koliskos „Lehrbuch der gerichtlichen Medizin" schon vor Jellineks Arbeiten, der sich bemüht hat, die Nervenstörungen anatomisch zu stützen. Jellinek irrt sich somit, wenn er glaubt, mit der „Wiener Schule" meine ich nur ihn.

[1]) Dann erst wird man mit einiger Berechtigung von der „Verfallsfrist an den Tod" sprechen können.
[2]) Meinhold, „Deutsche med. Wochenschr." 1913, Nr. 34; 1918, Nr. 18. Boruttau, ebenda 1917, Nr. 26. H. E. Hering, „Münchener med. Wochenschr." 1917, Nr. 31. Gildemeister, „Neurolog. Zentralbl." 1917, S. 735.
[3]) Auch für ausgiebige Anregung der Körpermuskulatur, wie z. B. im Bergonié schen „Entfettungsstuhl" erstrebt wird, sind die Induktoriumsströme vorzuziehen, die ja auch der Urheber dieses Verfahrens allein anwendet und mit dem Hitzdraht-Milliamperemeter mißt.

[1]) Bergonié geht bei der Anwendung der Induktoriumsströme in seinem Stuhl mit sehr großflächigen Elektroden auf 50 bis 80 mA, was angesichts des von ihm gegebenen Oszillogramms der Ströme vielleicht verständlich ist, mir aber nicht ganz unbedenklich erscheint.
[2]) „ETZ" 1918, S. 81, 94.

Digitized by Google

und Beschränkungen hatte, die soweit gingen, daß er öffentlich einen Erlaß des kgl. preußischen Handelsministeriums kritisierte, der allgemeine und ausgiebige Anwendung der künstlichen Atmung bei elektrisch Verunfallten fordert!

Derartiger Inkonsequenzen begeht Boruttau mehrere, von denen ich zum Schluß noch auf eine hinweisen möchte: Bei der elektrischen Behandlung nervenkranker Kriegsteilnehmer mittels der sogenannten sinusoidalen Faradisation haben sich einige Todesfälle ereignet; Boruttau, der noch im Jahre 1906 die Anwendung dieser Ströme empfahl, verwarf im Jahre 1917 rundweg diese elektrischen Anschlußapparate, während er im Jahre 1918, in seiner vorstehenden Veröffentlichung, die beabsichtigte Konstruktion neuer Meßinstrumente ankündigt, um diese Apparate für die Medizin weiter verwendbar zu machen. Da ich mich über diese Frage anderwärts äußere, kann ich mich hier beschränken.

Wenn Boruttau glaubt, als Argument gegen mich anführen zu können, daß „für narkotisierte Tiere soll ja nach Jellineks eigenen Angaben der elektrische Strom weniger gefährlich sein", so hat Boruttau den Lesern dieser Zeitschrift wieder mitzuteilen vergessen, daß ich derartige Narkoseversuche an Kaninchen angestellt habe, und Boruttau weiß genau, daß für das Kaninchenherz das Kammerflimmern nicht so verhängnisvoll ist wie für das Hundeherz. Boruttau verwertet seine Versuche an Hunden und zitiert dazu meine Versuchsergebnisse, die sich auf Kaninchen beziehen, ohne zu betonen, das sich beide Tierarten bzw. deren Herzen der Elektrizität gegenüber grundverschieden verhalten.

Weitere Feststellungen aus Boruttaus neuester Arbeit sind wohl überflüssig, da den Leser dieser Zeltschrift nicht physiologische Eigentümlichkeiten, sondern Aufgaben der elektropathologischen Praxis interessieren. Da meine Arbeit seit Jahrzehnten auf die Lösung und Erfüllung dieser Aufgaben der Praxis gerichtet ist, so bin ich nicht in der Lage, mit Boruttau weiter zu polemisieren, solange er nur im Laboratorium an Tieren experimentiert und nicht elektrisch verletzte Menschen behandelt. Bis jetzt hat Boruttau noch nicht über einen einzigen selbst beobachteten elektrischen Unfall berichtet!

Vielleicht weiß Boruttau darauf die Antwort zu geben, warum er seine elektropathologische Autorschaft nicht durch Mitteilung von neuen Befunden und Tatsachen, sondern durch einen persönlichen Angriff auf die „Wiener Schule" eingeleitet hat, handelte es sich doch nicht um eine Frage der Priorität oder des Autorenstolzes, sondern im wahrsten Sinne des Wortes um „Sein oder Nichtsein" elektrischer Unglücksopfer. Als meinen Erfolg dieser überflüssigen Polemik kann ich es buchen, daß nach seiner vorstehenden Erklärung die künstliche Atmung von Boruttau nicht mehr bekämpft werden wird.

S. Jellinek.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Oszillierende Systeme, die durch Widerstände proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit gedämpft sind.

[Physical Review (2) Bd. 10, 1917, S. 415.]

J. Parker van Zandt zeigt, daß bei zunehmender Geschwindigkeit der Widerstand eines Körpers in Gasen oder Flüssigkeiten viel mehr dem Quadrat der Geschwindigkeit als der ersten Potenz proportional ist. Dieser Widerstand ist bei schnellfahrenden Bahnen anzunehmen, aber auch bei gewissen Formen von Elektrizitätsmessern. Daher hat Verfasser die entsprechende, das quadratische Glied enthaltende Differentialgleichung $\frac{d^2x}{dt^2} + N\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + Mx = 0$ mit einer gewissen Begrenzung aufgelöst, und die Lösung sowohl durch graphische Integration als auch durch Versuche geprüft. Die Oszillationen ergeben sich sowohl analytisch als experimentell praktisch isochron. Die mechanischen Modelle, mit denen die mathematischen Folgerungen geprüft worden sind, werden auseinandergesetzt. *Zdr.*

Eine Braunsche Röhre mit Glühkathode.

[Ann. d. Phys. Bd. 55, 1918, S. 608.]

C. Samson hat die bekannte Braunsche Röhre nach Art der Coolidgeröhre so umgeändert, daß sie aufs vollkommenste gasfrei arbeitet, daß also ihre Härte nur vom Zustand ihrer Glühkathode abhängig ist. Ferner können mit dieser Braunschen Röhre beliebig hohe Wechselspannungen gemessen werden. Endlich wird aus Untersuchungen über den Verlauf von Spannung und Stromstärke bei der Coolidgeröhre gefunden, daß momentane Stromstärken bis zu 2 A durch Röntgenröhren hindurchgehen. *Zdr.*

Magnetisierung von Eisen ohne Hysterese.

[Physical Review (2) Bd. 11, 1918, S. 161.]

W. R. Wright untersucht Eisen, indem er nach der Methode von Steinhaus und Gumlich die Hysterese durch dem Gleichstrom übergelagerte Wechselströme, die vor der Beobachtung bis auf Null abnehmen, beseitigt. Nach einer Magnetometer-Nullmethode werden Reihen von Stahlproben mit abnehmendem Kohlenstoffgehalt untersucht und ihre Magnetisierungs-Schaulinien bestimmt. Die Fröhlichsche Gleichung genügt auch in ihrer Abänderung durch Ashworth den Ergebnissen nicht. *Zdr.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Betriebsstörungen an großen Turbodynamos und Transformatoren.

[A. E. val Davies. The Electrician, Bd. 79, S. 60.]

In einem Vortrage vor dem Südafrikanischen Elektroingenieurverein behandelt val Davies eine Anzahl von Betriebsstörungen an Turbodynamos und Transformatoren in den Kraftwerken der Rand Power Company. Wie ausdrücklich und in leicht zu durchschauender Absicht hervorgehoben wird, handelt es sich ausschließlich um Maschinen deutschen Fabrikates. Die Fülle der in dem vorliegenden Auszuge besprochenen Maschinenbeschädigungen und die schweren Schäden, die meist durch

Zeichnet die IX. Kriegsanleihe!

kleine Konstruktions- und Fabrikationsfehler hervorgerufen wurden, beweisen, welche Aufmerksamkeit auch scheinbar nebensächlichen Einzelheiten stets zu widmen ist. Es ist die Frage, inwieweit der Vortrag zu politischen Zwecken gefärbt ist. Jedenfalls sind die angeführten Fälle für jeden praktischen Ingenieur von Interesse. Die wichtigsten sollen deshalb wenigstens kurz angedeutet werden.

Bei sieben gleichartigen Turbodynamos für 12 000 kVA verursachte die mangelhafte Verbindung zwischen den Stäben der Statorwicklung und den Stirnverbindungen (drei Niete und schlechte Lötung) die folgenschwersten Defekte. Dem Berichter will es freilich scheinen, der Hauptfehler liege hier in der Verwendung massiver Kupferstäbe von über 40 mm Höhe. Davies hätte mit mehr Recht diese verspotten sollen, als die „armseligen" Verbindungen, die er durch eine übermäßig solide Konstruktion mit hohem Kostenaufwande ersetzte.

Bei einem Bruch der äußeren Lagen der auf dem Rotorwickelkopf aufgebrachten Stahldrahtbandagen wurden die Statorwicklung und die Statorpreßplatten stark beschädigt. Durch eine besondere Zusammenfassung der äußeren Drahtbandagen könnte der Umfang derartiger Schäden reduziert werden.

Ein Durchschlag der Mikanitisolation zwischen Statorwickelkopf und Wicklungsträger verursachte besonders deshalb eine lange Betriebsstörung, weil anscheinend auf einen leichten Abbau des Stators wenig Rücksicht genommen worden war.

Bei einem Filterbrand konnte größerer Schaden, da automatische Sicherheitsvorkehrungen fehlten, nur dadurch vermieden werden, daß die Luftklappe von Hand schleunigst geschlossen wurde.

Bei einer 18 000 V-Dynamo trat ein Isolationsdefekt an den Isolierrohren der Statorwicklung auf. Bei sorgfältiger Umpressung der Stäbe mit Isoliermaterial hätte dieser Defekt vermieden werden können.

Bei anderen Stromerzeugern machte die fehlerhafte Mikanitumpressung der Statorstäbe die Auswechslung einer großen Stabzahl erforderlich.

Zurückgebliebene Zinkstücke im Innern der verzinkten eisernen Transformatorkühlrohre sollen mehrfach zur Korrosion der Rohre geführt haben, die natürlich wieder schwere Betriebsstörungen zur Folge hatten. Abhilfe konnte nur dadurch geschaffen werden, daß die Kühlrohre in viele Stücke zerlegt und diese Stücke einzeln sorgfältig gereinigt wurden.

Bei vier Transformatoren mit Bleirohrkühlern barsten die Kühlrohre infolge ihrer schlechten Ausführung. Die Untersuchung ergab, daß die Wandstärke der Rohre von 8 mm bis auf etwa $^1/_5$ mm schwankte.

Bei Blitzschlägen in Freileitungen ist bei mehreren 6000 bis 9000 kVA-Transformatoren Windungsdurchschlag aufgetreten. Die verstärkte Isolation der Eintrittswindung soll sich auf eine zu geringe Windungszahl erstreckt haben (1,5% der Windungen, während die Durchschläge an Windungen auftraten, die 5% hinter dem Netzanschluß lagen).

Eine besonders schwere Beschädigung wurde durch schlechte Isolierung der Spannbolzen an einem Transformator für 12 500 kVA hervorgerufen. Die Zerstörung des Magnetgestelles war derart, daß der ganze Transformator gegen einen anderen (amerikanischen Fabrikates) ausgewechselt werden mußte.

F. H.

Bahnen und Fahrzeuge.

Die neue Phasenumformer-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn.

[G. M. Eaton. The Electrician Bd. 80, S. 700, 2. S., 3 Abb.]

Der Aufsatz bringt eine kurze Beschreibung des mechanischen Teiles einer von der Westinghouse- und der Pennsylvania-Bahn-Gesellschaft gemeinsam entworfenen Güterzuglokomotive für die Strecke Altoona—Johnstown. Zwei solcher Maschinen, eine ziehend und eine schiebend, sollen imstande sein, Züge von 3500 t auf 20 ‰ Steigung, solche von 5700 t auf 10 ‰ Steigung zu schleppen, u. zw. mit einer Geschwindigkeit von 33,5 km/h. Die Stundenleistung einer Lokomotive beträgt 3500 kW, die Zugkraft am Radkranz dabei 39 000 kg, beim Anfahren bis zu 59 000 kg.

Die Achsenanordnung (vgl. Abb. 1) ist $1-C+C-1$ in zwei Drehgestellen; jedes hat

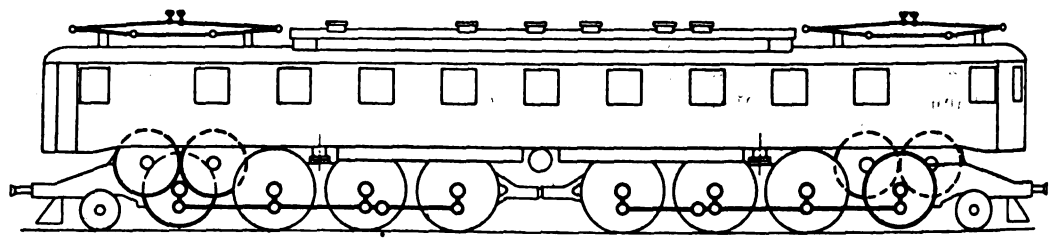


Abb. 1. Phasenumformer-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn. 3500 kW, 11 000 V, 25 Per, 33,5 km/h.

einen festen Achsstand von 4,05 m und einen Gesamtachsstand von 7,90 m. Der gesamte Achsstand der Lokomotive beträgt 19,5 m, die ganze Länge über den Puffern 23,35 m. Die Drehgestelle tragen auch die Zug- und Stoßvorrichtungen und sind beide unmittelbar gekuppelt, so daß die Zugkraft nicht über den Lokomotivkasten geleitet wird. Die inneren Stirnflächen der Drehgestelle sind zu dem Zweck kreisförmig um den Drehzapfen als Mittelpunkt gekrümmt.

Die Treibräder haben 1830 mm, die Laufräder 915 mm Durchmesser. Zwischen Laufachse und erster Treibachse sitzen die beiden Motoren, die mit zweiseitigem Vorgelege auf die gemeinsame Blindwelle arbeiten; letztere ist mittels Stangen mit den Treibachsen gekuppelt. Bei der Stundenleistung wird an jeder Eingriffsstelle ein Zahndruck von rd 5800 kg übertragen; die Zahnräder sind 254 mm breit, die spezifische Beanspruchung ist somit 230 kg/cm. Bei dieser großen Breite ist die Durchbiegung der frei herausragenden Ankerwellenzapfen nicht mehr zu vernachlässigen; die Kränze der großen Zahnräder sind daher in zwei Teile von halber Breite zerlegt, jeder Teil für sich gegen den Stern abgefedert. Die Zahnradübersetzung beträgt 1 : 5,14, die Zahnteilung 14,5 mm; die Zähne sind um 10° schräg gestellt, u. zw. auf beiden Lokomotivseiten entgegengesetzt, so daß sich von selbst gleicher Zahndruck auf beiden Seiten einstellt.

Um dem Drehgestellrahmen, der hier durch die Ausschnitte für die Anker- und Blindwellenlager geschwächt ist, die nötige Festigkeit zu geben, sind die unteren Hälften beider Motorgehäuse als ein gemeinsames, kräftiges Stahlgußstück ausgeführt, das mit beiden Seitenwänden des Drehgestellrahmens fest verschraubt ist, also zugleich als Querversteifung dient und ferner die Blindwellenlager flansch-

Digitized by Google

artig umfaßt. Die Blindwelle kann daher nicht nach unten, sondern nur nach Abziehen eines großen Zahnrades seitlich herausgenommen werden. Die Blindwellenlager bilden deshalb einteilige Buchsen. Die Ankerlager sind zweiteilig, die Lagerkörper in die Seitenwände mit etwas Anzug eingepreßt. Die Ankerlager haben Ring-, die Blindwellenlager Polsterschmierung.

Der Oberteil hat die übliche Kastenform. An beiden Enden befinden sich die Führerstände, der mittlere Teil enthält auf einer aus zwei Längsträgern von 660 mm Höhe und einem Kopfblech bestehenden, erhöhten Bühne die elektrische Ausrüstung, daneben zwei durchlaufende Seitengänge.

Die elektrische Ausrüstung ist nach den gleichen Grundsätzen ausgebildet wie bei den Lokomotiven der Norfolk- und Western-Bahn. Der zugeführte Einphasenstrom von 11 000 V 25 Per wird mittels eines Phasenumformers in Dreiphasenstrom umgewandelt und in dieser Form den 6-poligen, dreiphasigen Antriebsmotoren zugeführt. Der Rotorstrom wird über Schleifringe, die außerhalb der kleinen Zahnräder fliegend auf den Ankerwellen sitzen, abgenommen und zu den Flüssigkeitswiderständen geführt. Für gewöhnlich arbeiten die Motoren parallel, für Anfahrt und Verschiebedienst können sie auch in Kaskade geschaltet werden.

Beim Vergleich mit europäischen Ausführungen fällt wieder das überaus hohe Gewicht auf; 230 t (190 t Reibungsgewicht) bei 2500 kW gibt 66 kg/kW; eine mit besonderem Heizkessel versehene 2 *D* 1-Lokomotive von Bergmann hat 2200 kW bei 108 t, also 49 kg/kW; die von K. v. Kando gebauten 1 *C* 1-Drehstromlokomotiven der italienischen Staatsbahnen 1900 kW bei 72 t oder 38 kg/kW. Dabei hat die amerikanische Lokomotive einen Treibachsdruck von fast 32 t, während in Europa höchstens etwa die Hälfte davon zugelassen wird. Außerdem verlangt man hier eine sehr weitgehende Geschwindigkeitsregelung; für Güterzugmaschinen z. B. wird im allgemeinen die Bedingung gestellt, daß sie gewöhnl che Güterzüge mit 20 bis 40, Eilgüterzüge mit 40 bis 60, meist auch noch Personenzüge mit etwa 70 km/h befördern sollen. Dafür ist das System mit Phasenumformer nicht geeignet, würde auch bei den hier allgemein üblichen Periodenzahlen von 15 bis 16⅔ zu hohe Gewichte ergeben. Auch die mechanische Bauart mit den weit außerhalb der führenden Treibräder (die Laufachsen geben keine Führung) liegenden schweren Motormassen ist für höhere Geschwindigkeiten nicht brauchbar. *P. M.*

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Hochspannungsbatterie mit Wechselstrombetrieb.

[Bulletin des S. E. V., Bd. 9, S. 85, 3½ S., 3 Abb.]

H. Greinacher hat eine Vorrichtung zum Ersatz einer Hochspannungsbatterie angegeben, bestehend aus 2 Batterien von je 70 Stück Graetzschen Ventilzellen und zwei durchschlagsfesten Kondensatoren von ½ μF. Diese Hochspannungsbatterie, deren Schaltung, Vor- und Nachteile bereits in „ETZ", 1917, S. 225) besprochen worden sind, wird jetzt von der Firma Huber, Müller & Cie., Zürich, in einer handlichen Form für eine Gleichspannung von 10 000 V fabriziert. Die Vorrichtung ist transportfähig, da es gelang, Graetzsche Zellen mit nicht ausfließendem Elektrolyt auszuführen. Eine geeignete Funkenstrecke, die bei 10 000 V anspricht, schützt die Kondensatoren vor Überlastung. Zur Zeit ist man bestrebt, Apparate für größere Ströme (bis jetzt sind nur 3 mA erreicht) und höhere Spannungen auszuführen, letztere besonders für den Betrieb von Röntgenapparaten. *Ph.*

Materialkunde.

Jahresbericht 1916 des Kgl. Materialprüfungsamtes[1]).

An das Amt sind auch im letzten Jahre wieder zahlreiche neue Aufgaben im Interesse der Landesverteidigung herangetreten, über die nicht berichtet werden kann. Von der Abteilung 1 für Metallprüfung wurden 102 Maschinen auf die Richtigkeit der Kraftanzeige nachgeprüft. Eine Spindelpresse, die nach dem Lieferungsvertrage 1250 t Druck auszuüben gestatten sollte, leistete nur 447 000 kg. Mit Sand gefüllte Papiersäcke wurden auf Widerstand gegen Platzen unter der Auflast geprüft. Säcke mit Längsfalten platzten bei etwa 2200 kg Belastung, andere Sorten trugen bis zu 4800 kg.

[1]) Nach Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt 1917, Heft 4 und 5. Bericht über 1915 vgl. „ETZ" 1917, S. 549.

Infolge der z. Zt. sehr geringen Bautätigkeit war die Inanspruchnahme der Abteilung 2 für Baumaterialien nur gering, erheblich stärker war sie in der Abteilung 4 für Metallographie. Versuche über das Verhalten von Zink- und Bleirohren gegenüber dem Angriff verschiedener Mörtel ergaben, daß Kalk-Sand-Mörtel Zink nur schwach, Blei dagegen sehr stark angreifen. Gips-Sand-Mörtel greifen umgekehrt Zink sehr stark, Blei aber nur sehr schwach an.

Die einseitige starke Abnutzung einer kleinen Gleichstrom-Elektromotorwelle konnte auf einseitigen Lagerdruck, verursacht durch geringe Unbalanz der Maschine zurückgeführt werden. Bei im Betriebe geplatzten Siederohren konnte festgestellt werden, daß Erhitzen über 700° C mit nachfolgender Abschreckung eingetreten war. Hierbei entstehen im Material starke innere Spannungen, die leicht zu Anrissen führen. Kondensatorrohre aus Messing waren weitgehend zersetzt. Die Art der Anlage ließ vermuten, daß abirrende elektrische Ströme bei der Zersetzung mitgewirkt hatten.

Von der Abteilung 5 für allgemeine Chemie werden Normalstahlproben mit bestimmten, im Amt ermittelten Gehalten an einzelnen Stoffen abgegeben. Die Nachfrage nach diesen Normalproben erfuhr im Berichtsjahr eine erhebliche Steigerung. Zahlreiche Kautschukmaterialien wurden untersucht, ferner Metalle und Legierungen. Ein Blockkupfer enthielt 0,58% Sauerstoff, woraus sich ein Kupferoxydulgehalt von 5,19% berechnet.

In der Abteilung 6 für Ölprüfung wurden zahlreiche Öle, Schmiermittel, Lacke und Harze untersucht. Mit Rücksicht auf die hohe Bedeutung von Rohwachs als Fettersatz für die Kriegswirtschaft wurden eingehende Untersuchungen des Rohwachses wie auch des Destillates und von Reinwachs vorgenommen. *O. B.*

Werkstatt.

Elektrische Schweißung bei der Ausbesserung von Schiffsmaschinen.

[The Electrician, Bd. 80. S. 678, 18 Z., ohne Abb.]

E. P. Jessop beschreibt in seinem Aufsatz im „Journal of the American Society of Naval Engineers" die Anwendung elektrischer Schweißung beim Ausbessern von Gußteilen an Schiffsmaschinen. Dieses Verfahren wurde sofort nach der Kriegserklärung der Vereinigten Staaten von der Schiffahrtsbehörde angenommen, weil es das schnellste war, um die internierten deutschen und österreichischen Schiffe im Hafen von New York auszubessern. 15 dieser Schiffe sind auf diese Weise ausgebessert worden und werden wahrscheinlich bald verwandt werden können. Wesentlich ist beim Schweißen mit dem elektrischen Lichtbogen, die genaueste Regelung des Stromes. Der Lichtbogen muß längs der Bruchlinie entlang geleitet werden. Beim Schweißen von gußeisernen Teilen wird als Schweißmetall eine besondere Stahllegierung gebraucht, da es schwer ist, zwei gußeiserne Teile zusammenzuschweißen, aber verhältnismäßig leicht, Stahl mit Gußeisen zu binden.

Man glaubt, daß die elektrische Schweißung im Schiffsmaschinenbau eine große Zukunft hat, und nach den Erfahrungen des Verfassers hat sie bisher noch nicht zu Schweißfehlern geführt.

Verschiedenes.

Elektrotechnische Lehranstalt des Physikalischen Vereins in Frankfurt a. M.

Die Anstalt hat sich weiter ausschließlich der fachlichen Weiterbildung von Kriegsbeschädigten gewidmet. Dem übersandten Jahresbericht entnehmen wir, daß 34 verwundete Elektromonteure und Elektromechaniker von der sich bietenden Gelegenheit Gebrauch machten, ihre praktische Ausbildung durch eine theoretische Schulung zu ergänzen. Der Kursus wird von Prof. J. Epstein geleitet. Die Schüler stammen teils aus Frankfurter Lazaretten, teils werden sie durch Vermittlung der Anstalt zum Schulbesuch dorthin verlegt. Der Unterricht ist so organisiert, daß Eintritt jederzeit erfolgen kann und auch eine Teilnahme nur über wenige Monate eine berufliche Förderung bringt. Solche, die als dienstuntauglich entlassen wurden, oder die bereits als Invaliden kamen, hatten Gelegenheit, einen vollständigen Lehrgang durchzumachen, und fanden nach Abschluß gute, aussichtsreiche Stellungen. Der Schulbesuch ist kostenlos, auch werden Unterrichtsmittel frei gestellt. Für Bestreitung der Aufenthaltskosten gewährte die Max-Günther-Stiftung mehrfach Stipendien. Der Stoff, der in Unterricht und Praktikum behandelt wird, entspricht ungefähr dem Friedensplan, nur muß im Hinblick auf den verschiedenen Eintrittstermin, den Mangel theoretischer Vorbildung, ferner wegen der Rücksicht, die auf ärztliche Behandlung, Schonungsbedürfnis zu nehmen ist, mit einem langsameren Fortschritt gerechnet werden. Vertritt die Anstalt auch gegenüber Invaliden im allgemeinen den Standpunkt daß, wer nutzbringend arbeiten kann, dies heutzutage in der Kriegsindustrie tun sollte, so sind doch eine Reihe Schwerbeschädigter so in der praktischen Arbeit behindert, daß es in ihrem persönlichen, wie im vaterländischen Interesse liegt, sie durch theoretische Unterweisung möglichst bald in den Stand zu setzen, sich trotz Beschädigung im alten Fach in gehobener Stellung zu betätigen.

Unfälle in den elektrischen Betrieben Oberschlesiens[1]).

Im Berichtsjahr 1917/18 des Oberschlesischen Überwachungsvereins Kattowitz kamen 11 elektrische Unfälle zu dessen Kenntnis; von diesen verliefen 9 tötlich, alle ereigneten sich bei Wechsel- oder Drehstrom. Von den beiden Niederspannungsunfällen mit 250 bzw. 220 V betraf einer eine Lokomotivstrecke unter Tage, der andere eine Fernleitung. Von den 9 Unfällen bei Hochspannung verliefen 7 tötlich. Das Nähere ergibt sich aus der folgenden Zahlentafel. Ursache der Unfälle war in 10 Fällen eigenes Verschulden durch Nichtbeachtung geltender Vorschriften, in 2 Fällen durch groben Leichtsinn seitens der Betroffenen. Bei 2 Fällen lagen nebenher Mängel der Anlage, in einem Falle vorzeitiges Einschalten einer stromlos gemachten Anlage vor.

	250 V		500 V		2000/3000 V		20 000 V		50 000 V		im ganzen
	U.	T.	U.	T.	U.	T.	U.	T.	U.	T.	
Zahl der Unfälle	—	2	1	2	1	3	—	1	—	1	11

z.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. Der Privatdozent an der Universität Berlin, Dr. R. Seeliger, wurde zum a. o. Professor der Physik an der Universität Greifswald ernannt. — An der Universität Zürich habilitierten sich Dr. K. W. Meissner und Dr. F. Tank für Physik.

E. Hagen. Der Direktor der Elektrotechnischen Abteilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Ernst Hagen, tritt am 1. Oktober nach mehr als 25-jährigem Wirken an dieser Behörde in den Ruhestand und verlegt seinen Wohnsitz nach München.

W. Linke †. Bei dem Eisenbahnunglück am 22. September vor dem Bahnhof Dresden-Neustadt kam leider auch unser Mitarbeiter Dr.-Ing. W. Linke, Vorstandsmitglied der Elektrizitäts-A. G. vorm. Hermann Pöge, Chemnitz, ums Leben. Auf die Verdienste des Verstorbenen kommen wir noch zurück.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Stromverteilung und Stromwärme in Drehstrom-Kollektorankern bei Sechsbürstenschaltung.

Ich bin erst jetzt auf den Aufsatz von Dipl.-Ing. MAX ERNST („ETZ" 1918, S. 181) aufmerksam geworden. In demselben kommt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß bei Doppelbürstenschaltung die Anker-Stromwärmeverluste, solange der Bürstenverschiebungswinkel kleiner wie 120° ist, proportional dem Winkel wachsen, darüber hinaus dagegen bei unveränderlichem Bürstenstrome konstant bleiben. Hierzu möchte ich bemerken, daß ich auf diese Erscheinung in meiner Veröffentlichung „Einige Diagramme zum Mehrphasen-Reihenschlußmotor" in der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien 1915, S. 208, hingewiesen und dieselbe in den Formeln 21 und 21a festgelegt habe. Bei Abfassung meines Aufsatzes war ich eigentlich der Meinung, daß dieses Ergebnis, welches ich im Frühjahre 1913 gefunden hatte, dem einen oder anderen auf diesem Gebiete Arbeitenden bereits bekannt sein müßte.

Wien, 6. VIII. 1918. Dr. R. Moser.

Erwiderung.

Es war mir bisher nicht bekannt, daß über die Abhängigkeit der Stromwärme vom Bürstenwinkel bei Sechsbürstenschaltung bereits eine

[1]) Über das Vorjahr vgl. „ETZ" 1917, S. 499.

Digitized by Google

Veröffentlichung vorlag; bei meinen Studien über diesen Gegenstand im Sommer 1914 fand ich in der Literatur nichts, und auch später ist mir dieser übrigens sehr kurze Abschnitt in der Arbeit des Herrn Dr. MOSER entgangen. Ich glaubte daher, die Aufmerksamkeit der Fachkreise auf Tatsachen lenken zu dürfen, die für die Praxis jedenfalls einige Bedeutung haben, wobei ich freilich annahm, daß die Ergebnisse wohl manchem auf diesem Gebiet Arbeitenden, aber nicht allgemein bekannt seien. So war der Zweck meiner Arbeit, die Allgemeinheit durch eine einfache und leicht faßliche Ableitung damit bekannt zu machen.

Essen, 25. VIII. 1918. M. Ernst.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der britische Wirtschaftskrieg und seine Methoden. Von O. Jöhlinger. 522 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 14 M.

Unter Berücksichtigung einer nach hunderten von Veröffentlichungen zählenden Literatur hat der Verfasser die dankenswerte Aufgabe unternommen, nach großen Gesichtspunkten die einzelnen Maßnahmen, die England in wirtschaftlich-politischer Beziehung während des Krieges gegen uns unternommen hat, darzulegen. Ausgehend von den geschichtlichen Verhältnissen und unter richtiger Hervorhebung der weltwirtschaftlichen Kriegsursachen wird gezeigt, wie das Vorgehen Englands gegen uns nur eine folgerichtige Weiterbildung der bisher von England gegen andere Nationen im Laufe der Jahrhunderte geübten Methoden darstellt. Die Triebfeder, die England in diesen Krieg verwickelte, der ungeheure Handelsneid und die Eifersucht, sowie die Befürchtung von seiner ersten Stelle zurückgedrängt zu werden, wird scharf umrissen, wobei an der Hand geschickt gewählter statistischer Vergleiche und bemerkenswerter Ereignisse das Vordringen des deutschen Handels und der deutschen Industrie und das Stillstehen Englands gekennzeichnet werden. In den speziellen Kapiteln verbreitet sich der Verfasser über die Hauptvorgänge des Wirtschaftskrieges, wie sie sich in Handels- und Zahlungsverboten, Zwangsverwaltung, Vorgehen gegen die feindlichen Banken, Zwangsliquidation und schwarzen Listen aussprechen. Dabei werden gleichzeitig auch die deutschen Maßnahmen besprochen und richtig hervorgehoben, wie das deutsche Rechtsempfinden sich gegen diese Methoden der Kriegführung von vornherein sträubt, und wie wir daher nur notgedrungen und Zug um Zug zur Vergeltungsmaßnahme veranlaßt werden können, denen immer nur der defensive Charakter anhaftet. Bemerkenswerte Ausführungen sind auch dem Vorgehen Englands gegen die Neutralen gewidmet. Nach einer eingehenden Darstellung des britischen Seerechts im Kriege, bei der insbesondere die Londoner Deklaration, die englische Blockade und die Auslegung des Begriffs der Konterbande eingehend behandelt werden, legt der Verfasser die wirtschaftlichen Wirkungen der Seekriegführung Englands dar und zeigt, wie durch dasselbe auch das wirtschaftliche Leben der Vereinigten Staaten einschneidend und durchgreifend beeinflußt worden ist. Nach einer Schilderung des U-Bootkrieges und des verschärften Handelskrieges faßt der Verfasser seine Betrachtungen zusammen und zeigt, daß in dem ganzen Vorgehen Englands ein methodisch-systematisches Streben begründet ist, nämlich die Quelle der feindlichen Widerstandskraft, die deutsche Volkswirtschaft direkt zu treffen, ein Streben, das durch das Scheitern der militärisch-strategischen Pläne Englands nur all zu sehr begünstigt wird. Aber auch diese Methoden schließen sich würdig den historischen Methoden des Inselreiches an. Trotzdem England im Laufe des Wirtschaftskrieges genügend Maßnahmen getroffen hat, die es selbst empfindlich schädigen, einzig und allein um das Endziel, die Vernichtung des Feindes und die Vermehrung der eigenen Macht zu erreichen, glaubt der Verfasser doch, daß nach dem Kriege eine Verständigung zwischen Deutschland und England erfolgen muß, wobei Deutschland dadurch, daß es nichts unternommen hat, was den Wiederaufbau dieser Beziehungen erschweren würde, klug und großzügig gehandelt hat. Auch in England seien bereits Verständige zu gleicher Auffassung gekommen, wie wir sie in unserm Wirtschaftskampf gegen England stets vertreten haben. So tönt die Arbeit immerhin trotz allem Schlimmen, was sie enthüllt, doch in eine optimistische Beurteilung der Zeit nach dem Kriege aus. J. Mendel.

HANDELSTEIL.

Firmenverzeichnis.

Eifel-Elektrizitätswerk m. b. H., Elberfeld. So lautet die bisherige Firma „Schwelmer Elektrizitäts-Gesellschaft Schlichting & Co. m. b. H., Schwelm. Der Sitz der Gesellschaft ist von Schwelm nach Elberfeld verlegt worden.

Glimmergesellschaft m. b. H., Berlin. Gegenstand: Gewinnung von Glimmer aus den Transsylvanischen Alpen, Einführung nach Deutschland und Österreich-Ungarn, Verwertung von Glimmer usw. Stammkapital: 90 000 M. Geschäftsführer: Oberingenieur C. Buschkiel, Berlin-Steglitz.

Elektro-Industrie Franken G. m. b. H., Nürnberg. (Geschäftsbetrieb in Bayreuth.) Gegenstand: Herstellung und Vertrieb von halbfertigen und fertigen maschinen- und elektrotechnischen Gegenständen aller Art. Stammkapital: 40000 M. Geschäftsführer: A. Beuche, Nürnberg.

Gesellschaft für elektrische Maschinen m. b. H., Hamburg. Gegenstand: Herstellung und Reparatur elektrischer Maschinen, Handel mit solchen sowie alle damit zusammenhängenden Geschäfte. Stammkapital: 40 000 M. Geschäftsführer: O. J. Nitzsche, G. J. Schemalleck und M. Schemalleck.

Elektrozeit A. G., Frankfurt a. M. Gegenstand: Herstellung und Vertrieb von elektrischen und feinmechanischen Apparaten jeder Art. Grundkapital: 0,3 Mill. M. Vorstand: Ingenieur C. Lehner, Frankfurt a. M.

Physikalische Werkstätten, G. m. b. H., Göttingen. Diese Gesellschaft ist eine Fortsetzung der früher in Hannover eingetragenen Firma „Erforschung des Erdinnern, G. m. b. H., Hannover". Gegenstand: Herstellung und Vertrieb physikalischer, chemischer und technischer Apparate aller Art sowie wissenschaftliche Bearbeitung physikalischer, chemischer, technischer Aufgaben jeder Art, insbesondere solcher des Berg- und Schachtbaues, Verwertung der dabei gewonnenen Resultate und Verwertung einschlägiger Schutzrechte, insbesondere Patente, Erwerb und Ausnutzung von Ausbeutungsrechten, einschl. Grunderwerbs- und Berggerechtsamen, sowie ähnlicher Betriebe. Stammkapital: 0,2 Mill. M. Geschäftsführer: Dr. G. Leimbach.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Röthenbach (Haftsumme für jeden Geschäftsanteil: 1000 M). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Neu-Jäschwitz (Kr. Bunzlau). (Haftsumme 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Skotschenine (Kr. Trebnitz). — Elektrizitätswerk Allmendingen, e. G. m. b. H., Allmendingen. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Groden (Haftsumme: 10 M). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Bodelsberg (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 20). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Johnsdorf (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Reesewitz, Kr. Oels (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Clausdorf (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100).

Kapitalsänderungen. Erhöhungen. Elektro-Osmose A.G. (Graf-Schwerin-Gesellschaft), Berlin: um 3 auf 9 Mill. M.

Auflösungen. Gesellschaft für Elektrotechnik und Industriebedarf m. b. H., Mannheim.

China. Unter dem Namen Chinese Electric Co. ist mit japanischem, chinesischem und amerikanischem Kapital eine Gesellschaft mit dem Hauptsitz in Peking und einer Zweigniederlassung in Schanghai gegründet worden. Der Vorsitzende der Gesellschaft, welche die Anlage und die Apparate für Telephone, Telegraphen und elektrische Beleuchtung herstellen wird, ist der Vizeminister für Verkehrswesen, Yeh. Die Hälfte des Kapitals von 2 Mill. Yen soll in China aufgebracht, die andere Hälfte zu gleichen Teilen von der Japan Electric Co. und der Western Electric Co. of America gezeichnet werden.

Italien. Die Società Elettrica della Siziliana Orientale hat ihr Aktienkapital um 25 auf 40 Mill. Lire erhöht und ihren Namen in „Società Generale della Electrica della Siziliana" umgeändert. — Die Gesellschaft für Lignit und Elektrizität Valdarno, Florenz, erhöht ihr Kapital um 8 auf 20 Mill. Lire.

Verschiedene Nachrichten.

Von der amerikanischen Elektroindustrie. Ein Bericht über die Verhandlungen auf der Jahresversammlung der „National Electric Light Association" im Juni d. J. entnehmen wir, daß die elektrotechnische Industrie der Vereinigten Staaten heute 0,92 Mill. Menschen beschäftigt und mit 10,75 Milliarden $ investiertem Kapital arbeitet. Die jährlichen Einnahmen beziffern sich auf 2,675 Milliarden $. Die Elektrizitätswerke allein beschäftigen 0,125 Mill. Menschen und weisen bei einem Anlagekapital von 3 Milliarden $ 575 Mill. $ Jahreseinnahmen auf.

Interessenverband der schwedischen elektrotechnischen Industrie. Bei einer Zusammenkunft von Vertretern der Elektroindustrie Schwedens, u. a. der folgenden Firmen: Allmänna Svenska Elektriska A. B., Luth & Roséns Elektriska A. B., Elektriska A. B. Eck, Elektriska A. B. Volta, Svenska Ackumulator A. B., Jungner A. B. Elektraverken, Max Sieverts Fabriks A. B., Stockholmstelefon A.B., wurde ein Elektro-Industrieverband (Elektroindustriförening) gegründet. Zu seinem Arbeitsprogramm gehört u. a. die Förderung der Elektrisierung des Landes, die Wahrnehmung der Interessen der Elektroindustrie in handelspolitischer Beziehung und das Streben nach Vereinheitlichung elektrotechnischer Erzeugnisse. Außerdem wird er einheitliche Form bei der Geschäftsabwicklung zu erreichen suchen und bei Bedarf für zweckmäßige Beschaffung verschiedener Bedarfsgegenstände wirken.

Elektrizitätswerk und Straßenbahn der Stadt Meißen. Die städtische Straßenbahn für Personen- und Güterverkehr in Meißen ist der Verwaltung des städt. Elektrizitätswerks Meißen angegliedert und dessen Direktor P. Schmieder unter regierungsseitiger Bestätigung mit unterstellt worden. Die Briefanschrift lautet deshalb künftig wie oben angegeben.

Consortium für elektrochemische Industrie, G. m. b. H., München. Die Gesellschaft hat ihren Sitz von Nürnberg nach München, Zielstattstraße 20, verlegt.

Warenpreise.

Metallpreise an der Londoner Börse[1]). In Abb. 1 sind die Schwankungen der Metallpreise während der Monate Januar bis Juli 1918 verzeichnet. Während die höchste Notierung für Zinn im Jahre 1917 etwa 310 £/t betrug, fand Anfang Januar 1918 zunächst ein Abfall bis auf etwa 269 £ statt, dann folgte bis gegen Mitte März eine Steigerung auf etwa 323 £, im Mai stieg der Preis auf 380 £, fiel dann mit Schwankungen bis auf etwa 328 £ (Mitte Juni) um sodann wieder auf 388 £ zu steigen. Anfang August betrug der Zinnpreis 394/95 £ und Ende August 361/62 £. Kupfer hielt sich bis Anfang Juli gleichbleibend auf etwa 110 bis 110½ £ und stieg dann auf 122 bis 122½ £. Zink notierte dauernd mit 50 bis 52 £, Blei mit 28½ bis 29½ £.

Abb. 1. Metallpreise an der Londoner Börse im Jahre 1918.

[1]) Nach „Engineering", Bd. 105, S. 371, 646; Bd. 106, S. 125. Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 172 und 320.

Abschluß des Heftes: 28. September 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 10. Oktober 1918. Heft 41.

Unregelmäßige Zustellung der „ETZ".

Sowohl uns wie dem Verleger der „ETZ" gehen des öfteren Beschwerden wegen unregelmäßiger Zustellung der „ETZ" zu, wir möchten deshalb darauf hinweisen, daß unpünktliche oder unregelmäßige Zustellung der Zeitschrift nicht dem Verleger oder der Geschäftsstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker bzw. denjenigen seiner Zweigvereine, sondern bei den gegenwärtigen Verkehrsverhältnissen der Post zur Last fällt. Diejenigen Bezieher, welche die „ETZ" auf dem Wege des Postzeitungsverkehrs erhalten, wollen sich bei Ausbleiben eines Heftes an ihren Briefträger oder an das zuständige Postamt wenden und Abhilfe verlangen. Erst wenn Nachlieferung und Aufklärung nicht in angemessener Frist erfolgen, wende man sich unter Angabe der bereits unternommenen Schritte an die Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W. 9, Linkstr. 22/34.

Sehr wichtig ist es, fehlende Hefte sofort bei der Post zu reklamieren, da sonst eine Nachlieferung meist nicht mehr möglich ist.

Die Schriftleitung.

Die Einwirkung des Straßenbahnbetriebes auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke.

Von Norberg Schulz, Kristiania.

Übersicht. **Unter Verwendung der Wirtschaftstheorie auf die Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke (V. E. W.) für das Jahr 1912 bzw. 1912/13 wird die Einwirkung der Stromlieferung für Straßenbahnzwecke auf die allgemeine Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke untersucht. Es wird gezeigt, daß der Nettoüberschuß auf den Einwohner und Jahr mit der Straßenbahnlieferung steigen wird. Die Größe dieser Steigung wird einer näheren Untersuchung unterworfen.**

Die vom Verfasser in der „ETZ" 1916, S. 399 und 1917, S. 137, angegebene Wirtschaftstheorie soll hier auf größere Werke (in Städten mit mehr als 100 000 Einwohnern), bei denen auch Strom für den Betrieb von Straßenbahnen geliefert wird, verwendet werden. Die benutzten statistischen Angaben sind der Statistik der V. E. W. für das Jahr 1912 bzw. 1912/13 entnommen.

Wie früher werden folgende Bezeichnungen verwendet:

- E_h die jährlichen Einnahmen für 1 kW der Höchstbelastung,
- e_i die Einnahmen für 1 kWh$_{erzeugt}$,
- k_m die Höchstbelastung auf 1 Einwohner,
- u_0 die Ausgaben für 1 kWh$_{erzeugt}$,
- a die Anlagekosten für 1 kW der Höchstbelastung,
- p die Zinsen und Abschreibungen in % der Anlagekosten.

Der Bruttoüberschuß (O_B) für 1 Einwohner und Jahr wird:[1])

$$O_B = E_h \cdot k_m \left(1 - \frac{u_0}{e_i}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

und der Nettoüberschuß (O) wird:

$$O_N = E_h \cdot k_m \left(1 - \frac{u_0}{e_i}\right) - \frac{p}{100} \cdot a \cdot k_m . \quad (2$$

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 401 und 1917, S. 137.

Die drei veränderlichen Größen: E_h, k_m und u_0 können infolgedessen als maßgebend für die wirtschaftlichen Ergebnisse des Betriebes eines Elektrizitätswerkes angesehen werden. Ich werde nachstehend untersuchen, ob und welchen Änderungen diese Größen bei sinkenden Durchschnittseinnahmen für 1 kWh und bei steigender Stromlieferung für Straßenbahnzwecke unterworfen sind.

Wie erwähnt bezieht sich die Untersuchung auf Werke in Städten mit mehr als 100 000 Einwohnern, die in der Statistik der V. E. W. für das Jahr 1912 bzw. 1912/13 enthalten sind. Diese Werke sind in 5 Gruppen eingeteilt, u. zw.:

- Gruppe 1: Werke, bei denen keine Stromlieferung für Straßenbahnzwecke stattfindet. Diese Gruppe ist schon in der „ETZ" 1917, S. 137, behandelt worden.
- Gruppe 2: Werke, bei denen $< 10\%$ der Einnahmen durch Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren.
- Gruppe 3: Werke, bei denen $> 10\%$, aber $< 20\%$ der Einnahmen durch Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren.
- Gruppe 4: Werke, bei denen $> 20\%$, aber $< 30\%$ der Einnahmen durch Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren.
- Gruppe 5: Werke, bei denen $> 30\%$ der Einnahmen durch Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren.

Die Charakteristik.

Die Abhängigkeit zwischen E_h und e_i — die Charakteristik[1]) — stellte sich wie folgt:

Gruppe 1. In Abb. 1 sind die Ergebnisse der Statistik eingetragen.[2]) Die Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$E_h = 1200\, e_i^{0,75} . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

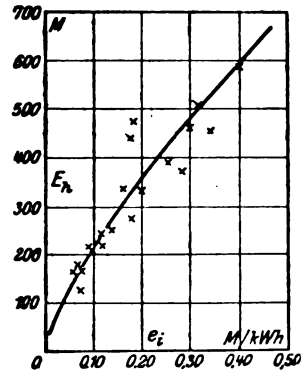


Abb. 1. Mittelcharakteristik aus der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke.

Gruppe 2. Die Ergebnisse der Statistik sind in Abb. 2 eingetragen. Die Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$E_h = 1300\, e_i^{0,75} . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

Gruppe 3. Die Ergebnisse der Statistik sind in Abb. 3 eingetragen. Die Mittellinie entspricht auch in dieser Gruppe der Gl. (4).

Gruppe 4. Die Ergebnisse der Statistik sind in Abb. 4 eingetragen. Die Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$E_h = 1500\, e_i^{0,75} . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

[1]) Vgl. „ETZ" 1909, S. 1.
[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 137.

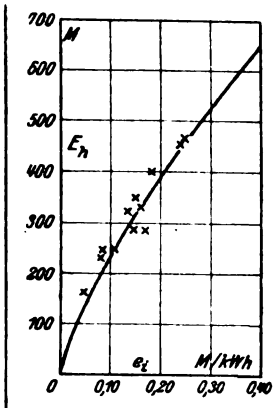


Abb. 2. Mittelcharakteristik der Gruppe 2.

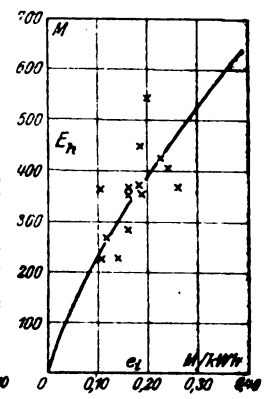


Abb. 3. Mittelcharakteristik der Gruppe 3.

Gruppe 5. Die Statistik der V. E. W. für das Jahr 1912 bzw. 1912/13 enthält nur drei Werke, die dieser Gruppe angehören. Die Ergebnisse sind in Abb. 5 eingetragen. Die sehr unsichere Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$E_h = 1800\, e_i^{0,75} . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

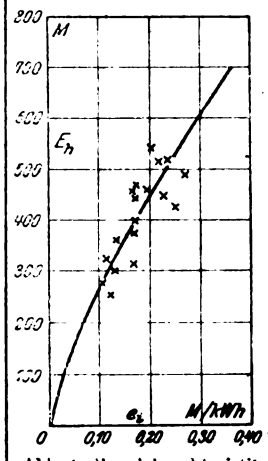


Abb. 4. Mittelcharakteristik der Gruppe 4.

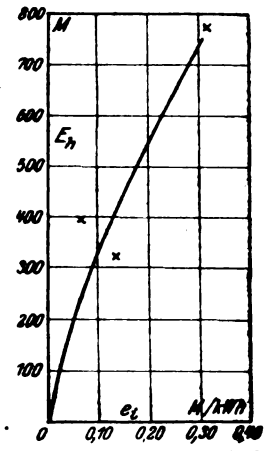


Abb. 5. Mittelcharakteristik der Gruppe 5.

Nach diesen Ergebnissen muß man annehmen können, daß der konstante Faktor in der empirischen Charakteristikgleichung mit der Straßenbahnbelastung steigen wird. Ein ganz interessantes Beispiel darauf ist auch die Charakteristik des El.-W. Kristiania, die in Abb. 6 wiedergegeben ist. Die untere

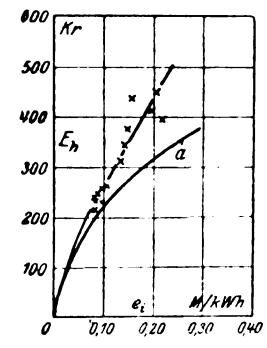


Abb. 6. Charakteristik des El.-W. Kristiania.

Linie a ist die Mittelcharakteristik für die Stromlieferung für Licht und Kraft ohne Straßenbahn. Die oberen Punkte beziehen sich auf die jährlichen Ergebnisse des gesamten Betriebes — einschl. der Straßenbahn-

Digitized by Google

lieferung. Die eingezeichnete Mittellinie für diese Punkte entspricht der Gleichung:

$$E_h = 1500\, e_i^{0,75} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

Es ist bemerkenswert, daß die Einwirkung des Straßenbahnbetriebes auf die Einnahmen für 1 kW der Höchstbelastung nach Abb. 6 bei den billigen Preisen beinahe verschwindet.

Die Verbrauchskurve.

Erhält man bezüglich der Charakteristik erstaunlich gleichmäßige Ergebnisse beim Vergleich von Werken, die unter ähnlichen Verhältnissen arbeiten, so treten größere Abweichungen auf, wenn die Abhängigkeit zwischen den Einnahmen für 1 kWh und der Höchstbelastung des Jahres auf den Einwohner (die Verbrauchskurve) untersucht wird. Die Gründe dafür habe ich in der „ETZ" 1917, S. 137, angegeben; sie sollen hier nicht wiederholt werden. Es muß aber im voraus erwartet werden, daß die Höchstbelastung auf den Einwohner mit der Straßenbahnlieferung steigen muß, und das ist tatsächlich auch der Fall. Die Ergebnisse der Statistik sind nämlich:

Gruppe 1. Abb. 7 entspricht Werken, bei denen Stromlieferung für Straßenbahnzwecke nicht stattfindet.[1]) Die eingezeichnete Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$k_m = 0{,}004\, e_i^{-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8$$

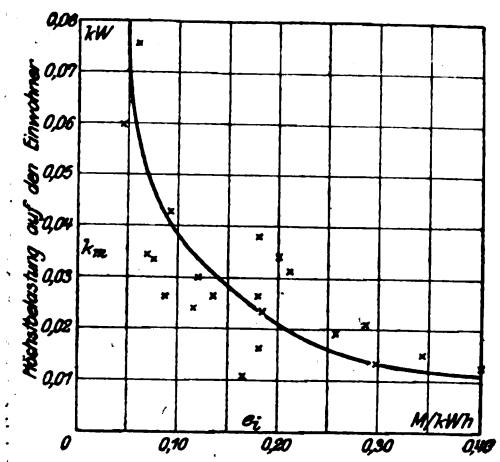


Abb. 7. Höchstbelastung auf den Einwohner aus der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke.

Gruppe 2. Die entsprechenden Aufgaben der Statistik für diese Gruppe sind in Abb. 8 eingezeichnet. Die Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$k_m = 0{,}00375\, e_i^{-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9$$

Gruppe 3. Die Zahlen der Statistik für diese Gruppe sind in Abb. 9 eingezeichnet. Die Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$k_m = 0{,}0045\, e_i^{-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10$$

Gruppe 4. Die Zahlen der Statistik für diese Gruppe sind in Abb. 10 eingezeichnet. Die Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$k_m = 0{,}005\, e_i^{-1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11$$

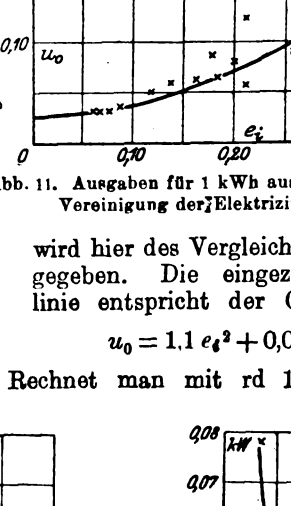


Abb. 11. Ausgaben für 1 kWh aus der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke.

wird hier des Vergleiches wegen wiedergegeben. Die eingezeichnete Mittellinie entspricht der Gleichung:

$$u_0 = 1{,}1\, e_i^{\,2} + 0{,}025 \quad . \quad . \quad . \quad (12a$$

Rechnet man mit rd 15% Verlust, so erhält man aus der Gl. (12a) die Ausgaben für 1 kWh$_{\text{erzeugt}}$.[1])

$$u_0 = 1{,}3\, e_i^{\,2} + 0{,}021 \quad . \quad . \quad . \quad (12b$$

Mit dem Wert von u_0 nach der Gl. (12b) wird unten gerechnet.

Gruppe 2 bis 4. Die Ergebnisse der Statistik für die Gruppe 2 sind in Abb. 12, für die Gruppe 3 in Abb. 13 und für die Gruppe 4 in Abb. 14 angegeben. In sämtlichen drei Abbildungen ist die Mittellinie: Gl. (12a) eingezeichnet.

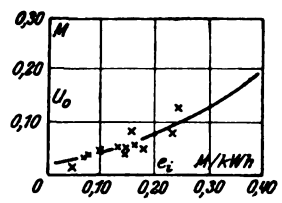


Abb. 12. Ausgaben für 1 kWh, Gruppe 2.

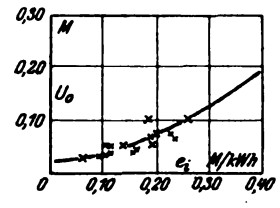


Abb. 13. Ausgaben für 1 kWh, Gruppe 3.

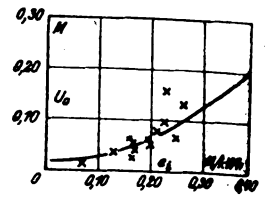


Abb. 14. Ausgaben für 1 kWh, Gruppe 4.

Die Statistik der V. E. W. für das Jahr 1912 bzw. 1912/13 gibt keine brauchbaren Aufgaben für die Gruppe 5.

Die Selbstkostenkurve.

Als Selbstkostenkurve wird hier die Abhängigkeit zwischen Ausgaben und Einnahmen für 1 kWh bezeichnet. In der Statistik der V. E. W. sind die Selbstkosten als Ausgabe für 1 kWh$_{\text{geliefert}}$ angegeben. Beim ersten Anblick sollte man nicht erwarten, daß die Ausgaben für 1 kWh von den Einnahmen für 1 kWh abhängig sind. Die Ausgaben werden nämlich von vielen örtlichen Verhältnissen beeinflußt. Indessen steigt der Verbrauch sowohl an Kilowatt wie an Kilowattstunden bei sinkendem Durchschnittspreis für 1 kWh. Eine steigende Belastung gibt unter ähnlichen Verhältnissen gewöhnlich einen sinkenden Selbstkostenpreis, und daraus sollte man schließen können, daß die Selbstkosten mit dem Durchschnittspreis doch sinken müßten. Das ist auch der Fall.

Gruppe 1. In der „ETZ" 1917, S. 137, habe ich die Ergebnisse der Statistik für diese Gruppe angegeben. Abb. 11

Es ist also nach der Statistik auf einen nachweisbaren Unterschied zwischen den Selbstkostenkurven der Gruppen nicht zu schließen. Dagegen gruppieren sich die Ergebnisse recht gut um die früher gefundene Mittellinie. Man könnte vielleicht daraus folgern, daß die Selbstkostenkurve beim Dampfbetrieb nicht von der Straßenbahnlieferung beeinflußt wird, u. zw. dann nicht, wenn die Durchschnittspreise sehr niedrig bemessen werden. Ich werde jedenfalls unten die Verbrauchskurve für den vorliegenden Fall als Konstante betrachten.

Zinsen und Abschreibungen.

Die Größe a ist bei den einzelnen Werken recht verschieden. Im Durchschnitt waren für 17 Werke in der Statistik der V. E. W. für 1912 bzw. 1912/13 die Anlagekosten etwa 900 M/kW Leistungsfähigkeit. Die Kosten bewegten sich zwischen 385 M (E.-W. Hagen) und 1852 M (E.-W. Nürnberg). Rechnet man mit einer Höchstbelastung von 90% der Gesamtleistungsfähigkeit,[1]) so kann man für den vorliegenden Fall annehmen, daß a im Mittel gleich rd 1000 M gesetzt werden kann.

In bezug auf p kann natürlich manches gesagt werden. Ich werde aber wie früher mit $p = 9\%$ rechnen.

Die Wirtschaftlichkeit.

Wir sind jetzt in der Lage, die Werte von O_B und O_N in Gl. (1) u. (2) für den vorliegenden Fall näher zu bestimmen. Die in den Gleichungen auftretenden veränderlichen Größen sind jetzt sämtlich näher betrachtet und ihre Abhängigkeit von e_i festgesetzt worden.

In Zahlentafel 1 sind die erzielten Ergebnisse zusammengestellt:

Setzt man die in Zahlentafel 1 angegebenen Werte in der Gl. (2) ein, und benutzt man für a und p die Werte 1000 M bzw. 9%, so erhält man für O_N die in Zahlentafel 2 angegebenen Werte.

Man sieht aus Zahlentafel 1 und 2, daß eine steigende Straßenbahnbelastung eine steigende Wirtschaftlichkeit des Elektrizitätswerksbetriebes bedeutet. Daß die Mittelcharakteristik der Gruppen 2 und 3 dieselbe ist, und daß weiterhin die Verbrauchskurve für die Gruppe 2 niedriger zu liegen scheint als für die Gruppe 1, beruht wahrscheinlich nur auf der Unsicherheit der statistischen Angaben oder vielmehr auf der Verschiedenheit der Entwicklungsstufen, in denen sich die Werke noch befinden. Jedenfalls liegen die Zahlen der Zahlentafel 2 sicher in der richtigen Richtung. Nach Zahlentafel 2 können nur verhältnismäßig geringe Vorteile erwartet werden, so lange die Stromlieferung für Straßenbahnzwecke einen kleineren Teil der Gesamteinnahmen (weniger wie 10%) einbringen. Bei steigender Straßenbahnlieferung erhöhen sich aber die Überschüsse für 1 Einwohner des Stromlieferungsbezirkes und Jahr ganz erheblich.

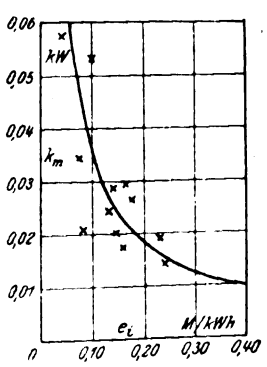


Abb. 8. Höchstbelastung auf den Einwohner für Gruppe 2.

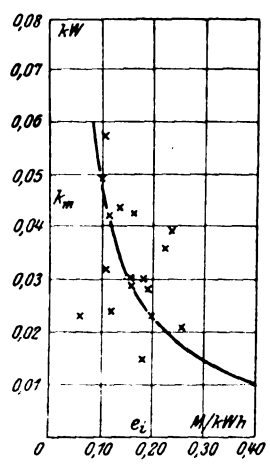


Abb. 9. Höchstbelastung auf den Einwohner für Gruppe 3.

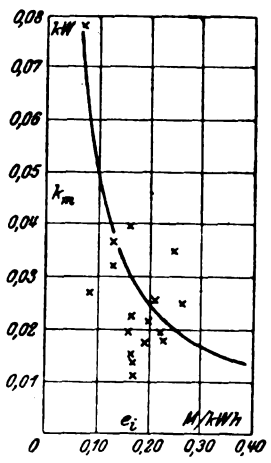


Abb. 10. Höchstbelastung auf den Einwohner für Gruppe 4.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 137.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 137.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 137.

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

	Mittelwerte für Werke in Städten mit mehr als 100000 Einwohnern, bei denen			
	Energie für Straßenbahnbetriebe nicht geliefert wird	< 10% der jährlichen Einnahmen aus Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren	> 10 < 20% der jährlichen Einnahmen aus Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren	> 20 < 80% der jährlichen Einnahmen aus Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren
$E_h =$	$1200\, e_i^{0,75}$	$1300\, e_i^{0,75}$	$1300\, e_i^{0,75}$	$1500\, e_i^{0,75}$
k_m	$0{,}004\, e_i^{-1}$	$0{,}00375\, e_i^{-1}$	$0{,}0045\, e_i^{-1}$	$0{,}005\, e_i^{-1}$
u_0	$1{,}3\, e_i^{2} + 0{,}021$	$1{,}3\, e_i^{2} + 0{,}021$	$1{,}3\, e_i^{2} + 0{,}021$	$1{,}3\, e_i^{2} + 0{,}021$

Zahlentafel 2.

Einnahmen für 1 erzeugte kWh	Mittelzahlen (O_N) für Werke in Städten mit mehr als 100000 Einwohnern, bei denen			
	Energie für Straßenbahnzwecke nicht geliefert wird	< 10% der jährlichen Einnahmen aus Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren	> 10 < 20% der jährlichen Einnahmen aus Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren	> 20 < 80% der jährlichen Einnahmen aus Stromlieferung für Straßenbahnzwecke herrühren
M	M	M	M	M
0,07	0,54	0,7	1,83	3,78
0,09	1,7	1,75	2,93	4,9
0,10	2,01	2,10	3,17	5,17
0,12	2,45	2,52	3,67	5,5
0,15	2,67	2,73	3,80	5,5
0,20	2,75	2,83	3,76	5,32
0,30	2,32	2,37	3,10	4,25
0,40	1,67	1,72	2,24	3,13

Noch besser ist dies aus Abb. 15 ersichtlich. Die Linie für die Gruppe 2 ist nicht eingezeichnet, da dieselbe in der Zeichnung sehr unwesentlich von der Linie 1 (Gruppe 1) abweicht.

Eine Frage, die in dieser Verbindung entstehen muß, besteht in den Strompreisen, die bei der Stromlieferung für Straßenbahnzwecke bzw. für Licht und Kraftzwecke berechnet werden. Bei den oben behandelten Werken waren die Durchschnittspreise wie in Zahlentafel 3 angegeben. Die Strompreise, waren infolgedessen bei den verschiedenen Gruppen wesentlich verschieden. Auf die Ergebnisse der Zahlentafel 2 bzw. Abb. 15 sollte dies aber

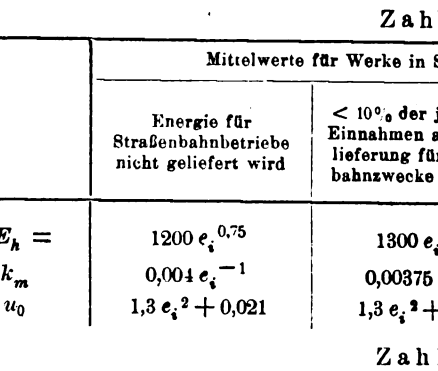


Abb. 15. Überschüsse auf den Einwohner und das Jahr für die Gruppen 1, 3 und 4.

keine wesentliche Änderung ausüben. Man sieht aber aus Zahlentafel 3, wenn man die Zahlen der letzten Kolonne mit Abb. 15 vergleicht, daß die Werke durchschnittlich in der Nähe des Höchstüberschusses auf 1 Einwohner und Jahr arbeiten. Aus Zahlentafel 3 ist weiter ersichtlich, daß die Strompreise für Straßenbahnbetrieb wesentlich billiger als die Strompreise für Licht und Kraft bemessen werden können.

Zahlentafel 3.

	Zahl der Werke	Durchschnittspreis für Straßenbahnbetrieb M/kWh	Durchschnittspreis für die ganze Stromlieferung einschließlich Straßenbahnlieferung M/kWh
Gruppe 2	12	0,0785	0,145
„ 3	14	0,10	0,169
„ 4	16	0,112	0,183

Es ist oben für alle Gruppen mit Anlagekosten (a) von rd 1000 M/kW gerechnet worden. Eine Untersuchung über die in der Statistik der V. E. W. aufgegebenen Herstellungskosten der Gesamtanlagen für 1 kW der Gesamtleistungsfähigkeit der Werke hat nämlich die Zahlen in Zahlentafel 4 ergeben:

Zahlentafel 4.

	Zahl der Werke	Durchschnittliche Herstellungskosten M/kW
Gruppe 1	12	910
„ 2	11	1070
„ 3	15	990
„ 4	16	1050

Für die Gruppe 5 waren nur 2 Angaben vorhanden.

Sachgemäße Instandsetzung durchgebrannter Sicherungsstöpsel.

Die heutigen Kriegsverhältnisse mit ihrem Mangel an Arbeitskräften und an einzelnen Rohstoffen haben naturgemäß auch einen gewissen Einfluß auf die Herstellung der für die Installationen so dringend notwendigen Sicherungseinsätze gehabt. Dieser Einfluß macht sich besonders bei den Sicherungsstöpseln für größere Stromstärken über 60 A geltend, da hierfür die als Ersatzmetalle für die sogenannten Sparmetalle verwendeten Metalle nicht immer den notwendigerweise zu stellenden Anforderungen entsprechen und hierdurch namentlich bei nicht genau aufeinander passenden Kontaktflächen — was bei den heutigen Verhältnissen auch eher einmal möglich — recht unangenehme Betriebsstörungen durch unzulässig auftretende Erhitzungen mit nachfolgender völliger Verbrennung der Metallteile entstehen können. Diese Umstände haben in letzter Zeit mehr wie früher den Wunsch nach Wiederinstandsetzung durchgebrannter Sicherungsstöpsel gezeitigt. Derselbe ist auch bei den größeren Einsätzen, für welche nach den Verbandsvorschriften noch Ersatzmetall zu verwenden ist, vollkommen verständlich, da wohl jeder Fachmann einen sachgemäß wiederhergestellten Stöpsel mit Messingteilen einem neuen Stöpsel aus Zinkteilen vorziehen wird.

Nun wird aber seit einiger Zeit, soweit mir bekannt, ausgehend von dem Elektrotechnischen Verein Aachen, die Forderung aufgestellt, daß ganz allgemein das nach § 14[2] der Errichtungsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker aufgestellte Verbot, wonach reparierte Stöpsel nicht verwendet werden dürfen, aufgehoben werden soll. Nach den hierzu herausgegebenen Erläuterungen, in welchen das Verbot näher begründet ist, ist allerdings gegen wirklich sachgemäß wiederhergestellte Stöpsel nichts einzuwenden, wenn sie vollkommen den §§ 24 bis 33 der Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial entsprechen. Diese Forderung bedingt für alle Sicherungsstöpsel, insbesondere für die heute am meisten verbreiteten zweiteiligen Stöpsel, wie jedem Fachmann für Sicherungen zur Genüge bekannt, eine vollkommene Zerlegung in ihre Einzelteile und einen vollständigen neuen Aufbau derselben, d. h. mit anderen Worten die so wieder gewonnenen Einzelteile, welche auch beim Zerlegen keine Verletzungen erleiden dürfen, müssen aufs neue allen jenen Arbeitsgängen unterworfen werden, welche bei der Herstellung der Stöpsel notwendig sind. Dies kommt auch in den Erläuterungen zu den Verbandsvorschriften zum Ausdruck, und Dettmar weist mit Recht hierbei noch besonders darauf hin, daß jede Konstruktion ganz besondere Herstellungseinrichtungen und bestimmte Erfahrungen erfordert, die in ihrer Gesamtheit dem Einzelnen nicht zur Verfügung stehen.

Da man sich aber seitens der schon in größerer Anzahl bestehenden sogenannten Fabriken oder Werkstätten zur Instandsetzung durchgebrannter Sicherungsstöpsel gerade hierüber am leichtesten hinwegsetzt, mögen nachstehend die Anforderungen wiederholt aufgezählt werden, die für zuverlässig wirkende Sicherungsstöpsel als unerläßlich betrachtet werden müssen.

1. Richtige Bemessung der Außenmaße, insbesondere derjenigen für die Unverwechselbarkeit.
2. Richtige Abmessung und Auswahl für die aus ganz bestimmten Metallen oder Metalllegierungen herzustellenden Schmelzdrähte oder Streifen, so daß die vorgeschriebenen Abschmelzgrenzen nicht über- oder unterschritten werden.
3. Richtige Bemessung des für die Aufnahme der Schmelzdrähte erforderlichen Schmelzraumes.
4. Abschaltsicherheit bei der Höchstspannung von 500 V.
5. Abschaltsicherheit bei dem Mehrfachen des Nennstroms.
6. Abschaltsicherheit bei der für die Prüfungen unbedingt zur Verfügung stehen müssenden Höchststromstärke von 500 A.
7. Abschaltsicherheit bei induktiven Abschmelzströmen.
8. Vollkommene Sicherheit bei langsam ansteigender Überlastung gegen sogenanntes Stehfeuer usw.
9. Vollkommene Sicherheit gegen Explosionen u. dergl. bei Kurzschlüssen.
10. Möglichst geringe Erwärmungen bei Nennstrom zur Vermeidung von Strom- und Spannungsverlusten.
11. Sichere Wirkung des Unterbrechungsmelders (Kennvorrichtung).
12. Unempfindlichkeit gegen Alterungseinflüsse.

Die Erfüllung der hier aufgestellten und dringend notwendigen Forderungen bedingt nicht nur gelegentliche Nachprüfungen, sondern eine ständige Überwachung aller einzelnen Arbeitsvorgänge und macht auch ferner laufende Prüfungen aus den dem Lager zuzuführenden fertigen Erzeugnissen notwendig.

Beispielsweise sind bei der Entstehung eines Schmelzeinsatzes (Patrone) für zweiteilige Schraubstöpsel mindestens 10 Arbeitsgänge erforderlich. Letztere bedingen aber zwischendurch noch eine Reihe von Überwachungen, die sich hauptsächlich erstrecken auf

1. Nachprüfung der Patronenkörper auf Länge und Durchmesser.
2. Genaueste Prüfung der Schmelzdrahtdurchmesser.
3. Prüfung der halbfertigen Patronen.
4. Prüfung der Löt- oder Schweißstellen.
5. Prüfung der Widerstände von Kontaktfläche zu Kontaktfläche.
6. Prüfung der fertigen Patronen.

Den auf Lager befindlichen Erzeugnissen sind laufend Stichproben zu entnehmen, welche unbedingt zu prüfen sind auf folgende bereits in den 12 aufgestellten Forderungen enthaltenen Bedingungen:

1. Einhaltung der vorgeschriebenen Abschmelzgrenzen.
2. Sicherheit bei Kurzschlüssen.
3. Abschaltsicherheit bei langsam steigender Überlastung.
4. Einwandfreies Verhalten bei dauernder Nennstrombelastung.

Erwähnenswert für die Herstellung von Sicherungsstöpseln ist außer den für die einzelnen Arten derselben notwendigen sehr verschiedenen Arbeitsmaschinen und Werkstatteinrichtungen noch eine Anzahl besonderer Werkzeuge, welche hauptsächlich bestehen in

Digitized by Google

1. Maximal- und Minimallehren zur Prüfung der Körper.
2. Lehren zur Überwachung der Einhaltung der Abmessungen während der Arbeitsvorgänge.
3. Meßeinrichtungen für die Schmelzdrähte und Streifen.
4. Gewindelehren.
5. Lehren für die Unverwechselbarkeitsorgane.
6. Maximal- und Minimallehren für die fertigen Stöpsel.
7. Verschiedene elektrische Einrichtungen, wie Widerstände, Präzisionsinstrumente für Widerstands- und Spannungsverlustmessungen.

Ganz besondere Aufmerksamkeit ist, wie schon erwähnt, der fortlaufenden Prüfung der richtigen Abschmelzdrähte zu widmen. Die Bestimmung der Drahtstärken oder Schmelzbänder für die einzelnen Konstruktionen und Stromstärken, ferner die Feststellung, ob ein oder mehrere Schmelzdrähte oder ob die Vereinigung von Drähten mit Schmelzbändern in einer Patrone zweckmäßiger und betriebssicherer ist, und schließlich die Untersuchung der Drahtführung, der Füllung des Schmelzraumes mit den Lichtbogen löschenden Stoffen bedingen beständige Erprobungen und Untersuchungen an offen ausgespannten Drähten wie auch an fertigen Patronen.

Sicher wirkende Schmelzstöpsel bedingen auch allseitig Abdichtung der Schmelzräume und einwandfreieste Verbindungsstellen der Schmelzdrähte mit den den Kontakt vermittelnden Metallflächen. Man kann sagen, daß der Verbrauch an Sicherungsstöpseln in unmittelbarem Verhältnis zu der Güte der Verbindungsstellen steht. Die Erfahrung hat gezeigt, daß infolge der auftretenden, nicht immer geringen Erwärmung bei geschlossenen Schmelzeinsätzen Weichlot fast nicht verwendet werden kann, da hierbei ein frühzeitiges Abschmelzen eintreten, auch ein Verschmoren der Kontakte entstehen kann, das zuweilen gar zu Stehfeuer Veranlassung gibt. Schwer schmelzbares Lot und Hartlot bilden daher oft durch Verwendung besonderer Klemmvorrichtungen die geeignetsten Verbindungen namentlich für Schmelzeinsätze größerer Stromstärken.

In neuerer Zeit wird die Lötung vielfach durch elektrische Punktschweißung ersetzt, die nicht nur besonders für diesen Zweck hergestellte Schweißmaschinen, sondern auch wohlgeübte Arbeitskräfte und zahlreiche Hilfswerkzeuge erfordert.

Nach allen diesen bei der Herstellung der Schmelzeinsätze zu beachtenden Bedingungen, Prüfungen und Untersuchungen folgt schließlich die fortlaufende Prüfung von fertigen, aus dem Lager zu entnehmenden Patronen. Hierzu bedarf es wiederum einer ganzen Anzahl elektrischer Meß- und Schaltapparate, ganz besonders aber einer großen Akkumulatorenbatterie für hohe Spannung und große Leistung, um die Überlastungs- und Kurzschlußversuche und einer weiteren Batterie mit geringerer Spannung, um die Dauerbelastungen mit Nennstrom ausführen zu können.

Geht hieraus klar hervor, daß die Herstellung sicher wirkender Abschmelzstöpsel neben umfangreicher Einrichtungen eine Fülle von Erfahrungen zur Voraussetzung hat, so muß anderseits zugestanden werden, daß über beides wohl nur kapitalkräftige Unternehmer verfügen können.

Ein unparteiischer Sachverständiger wird aus den gleichen Gründen wohl zugeben müssen, daß die „sachgemäße Instandsetzung durchgebrannter Sicherungsstöpsel" die gleichen Einrichtungen und Erfahrungen bedingt und die Beschaffung ersterer und die Aneignung letzterer nicht jedem ohne weiteres möglich ist.

Es ist daher von den meisten Werkstätten und kleinen Fabriken, die sich mit der Instandsetzung solcher Stöpsel ohne Zerlegung derselben in seine Einzelteile, lediglich durch Einziehen neuer Schmelzdrähte befassen, eigentlich eine Anmaßung, in ihren Anpreisungen von vorschriftsmäßiger Wiederherstellung gebrauchter Sicherungsstöpsel zu sprechen. Diese Wiederherstellung erfolgt in der Regel in der Weise, daß eine Durchbohrung der Stöpsel und ein Einziehen meist zu starker Schmelzdrähte erfolgt, ohne daß die Reste der abgeschmolzenen Drähte und deren Einbettungsmasse aus dem Schmelzraum, wie solches dringend erforderlich, entfernt werden. Daß die Verwendung solcher „geflickten" Stöpsel wegen der hierdurch entstehen könnenden Störungen und Gefahren mit Recht durch die Verbandsvorschriften verboten ist, kann in allen Fachkreisen nur die vollste Zustimmung finden, während anderseits die wirklich sachgemäß instandgesetzten Sicherungsstöpsel als neuen gleichwertig anzusehen zulässig sind. Es ist aber aus diesen Gründen nicht möglich, von den gestellten Forderungen die Instandsetzung betreffend abzugehen und Erleichterungen hierfür zu schaffen, wie solches in letzter Zeit von verschiedenen Seiten verlangt wird, Kann man die heute zeitgemäßen Schmelzeinsätze nach ihrem Durchschmelzen nicht „sachgemäß" wirtschaftlich instandsetzen, weil z. Zt., wie die Hersteller solcher Stöpsel sagen, die Kosten hierfür zu hoch werden, dann wird man diese gewiß wegen der Wiederverwendung der anfallenden Teile für die heutige Zeit hoch bedeutsame Frage weiter verfolgen müssen, bis dieselbe zur Zufriedenheit gelöst ist.

Das Verlangen, die Konstruktion der außerordentlich bewährten und sehr verbreiteten neuen zweiteiligen Sicherungsstöpsel zu verlassen und an deren Stelle Konstruktionen zu setzen, welche auf leichte Instandsetzung durchgebrannter Stöpsel entsprechende Rücksicht nehmen, hieße das Kind mit dem Bade ausschütten und kann daher ernstlich wohl kaum gestellt werden. *Ely.*

Verminderung von Streustromschäden.[1])

Die von der Vereinigten Erdstromkommission des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Vereins Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahnverwaltungen aufgestellten Vorschriften zum Schutz der Gas- und Wasserröhren gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen, die die Schienen als Leiter benutzen, haben auch im Auslande befruchtend gewirkt, wenn in den Berichten auch nicht immer auf das Vorbild hingewiesen wurde. In Amerika setzten tieferes Eindringen in die Ursache und Wirkungen der Streuströme und Maßnahmen zur Verhütung von Streustromschäden erst spät ein. Man überließ es den Besitzern von Bahnen und Rohranlagen, sich zu einigen und Schutz zu schaffen, was selbstverständlich schwierige Rechtsstreitigkeiten ergab. Das „Bureau of Standards" hat, da die erforderlichen Mittel vom Kongreß bewilligt worden waren, umfangreiche Untersuchungen angestellt, worüber zum Teil Sonderberichte vorliegen. Die Versuche erstrecken sich darauf, die Ursachen der Anfressungen von Metallmassen in der Erde zu ermitteln, inwieweit sie Streuströmen zuzuschreiben sind und Maßnahmen zur Verminderung der Schäden zu finden.

In dem vorliegenden Bericht wird eine allgemeine Zusammenstellung über den jetzigen Stand der Streustromfrage gegeben. Neue, in Deutschland noch nicht bekannte Ergebnisse werden zwar nicht mitgeteilt, es erscheint aber immerhin von Wert, die bisherigen Forschungsergebnisse zu wiederholen. In der amerikanischen Arbeit wurden wohl mit Rücksicht auf den Leserkreis tiefere mathematische Berechnungen vermieden, obwohl sich aus den Formeln oft in übersichtlichster Weise die verschiedenen Einflüsse schnell übersehen lassen.

Die schnelle Entwicklung der elektrischen Bahnen in Amerika ließen nicht von vornherein alle Vorsichtsmaßnahmen treffen. Die Bahnen sollten möglichst billig und einfach in Bau und Betrieb sein. Erschwerend war, daß die elektrischen Bahnen meist weite Ausdehnung hatten. Man schloß einfach an der nächsten erreichbaren Stelle die Schienenspeiseleitung an die Gleise an, unbekümmert um den Weg, den die Rückströme nahmen. Als die Schäden an den Metallmassen zu groß wurden und selbst große Brücken, die wichtige Verkehrsmittel bildeten, angegriffen wurden, griff man erst zu Schutzmaßnahmen, Verbindung der zu schützenden Metallmassen mit den Rohren, oder, was sich als zweckmäßiger erwies, Trennung des metallischen Zusammenhanges der Röhren.

Äußerlich ist bei Anfressungen von Metallteilen in der Erde nicht ohne weiteres zu ersehen, ob es sich um einen Angriff durch Streuströme handelt, oder durch rein chemischen Angriff, Selbstangriff, hervorgerufen unter dem Einfluß anhaftender feuchter Leiter durch örtlich im und am Metall verlaufende Ströme, etwa infolge chemischer Verschiedenheiten benachbarter kleinster Teile, Einschlüssen von Kohle- oder Koksteilchen im Eisen u. dergl. Es erfordert daher in den einzelnen Fällen eingehende Untersuchungen, um zu entscheiden, wodurch eingetretene Schäden veranlaßt sind, etwa, indem man Metallteile gleicher Beschaffenheit, wie die angefressenen, in den Boden bringt und die Wirkung beobachtet.

Anfressungen von Metallmassen sind für Deutsche Verhältnisse außer Telephonstörungen wohl nur die einzigen ernstlich in Betracht kommenden Schäden, während bei den starken in Amerika auftretenden Streuströmen auch Wärmewirkungen, Gasexplosionen usw. in Betracht gezogen werden.

Schutzmaßnahmen können an den Röhren selbst getroffen werden, um das Eindringen und schädliche Auftreten von Streuströmen zu verhüten oder zu beschränken, oder an der Bahnanlage selbst, um möglichst geringe Streuströme in die Erde entweichen zu lassen. Eisen erhält beispielsweise in Zement einen guten natürlichen Schutz, die Stromschäden sind unbedeutend, wenn das Spannungsgefälle unmittelbar am Eisen an der Anode nicht 2 bis 3 V übersteigt. Sind aber Salze dem Mörtel beigemengt, so hört der Schutz gegen die elektrolytische Wirkung auch schon bei geringeren Spannungen auf. Auch wenn Eisen die Kathode bildet, wird hierbei Schaden angerichtet. Das Eisen selbst bleibt zwar unangegriffen, das Zement aber leidet und erweicht am Eisen. Schutzbekleidungen an den Rohren, sei es Anstrich, Papier oder Faserstoffumkleidung, sind für die Dauer unzuverlässig, da keine der Isolierschichten vollkommen feuchtigkeitsundurchlässig ist. Vorteile haben solche Umkleidungen immerhin gegen rein chemische Schäden in gewissen Fällen, da die Zerstörungsdauer verlängert wird. Es kann auch das Eindringen von Streuströmen in die Metallmassen vermindert werden, indem der Stromein- und -austritt durch den vermehrten Übergangswiderstand erschwert wird.

Bei gleicher Stromdichte ist die Stärke der Anfressung bei verschiedenen Bodenarten verschieden. Einzelne Stoffe, wie lösliche Hydroxyde machen den Boden für Eisen unangreifbar (passiv), während andere Stoffe, insbesondere Chloride und Sulfate die entgegengesetzte Wirkung haben. Eine gesättigte Lösung von reinem Kalk verhindert bei nicht zu hoher Stromdichte das Anfressen. Dieser Schutz ist jedoch nur vorübergehend, wenn Salzlösungen aus dem benachbarten Erdboden allmählich zu dem mit Kalklösung durchtränkten Boden übertreten. Zementumhüllungen der Röhren werden gewöhnlich als guter Schutz bezeichnet. Die Schutzwirkung wird aber auch hier vermindert, wenn Salzlösung in den Zement eindringt, was leicht geschieht. Der Widerstand des Zements sinkt dann auf etwa 20 bis 30 Ω/m^3, einen Wert, der nur wenig größer als der mittlere Widerstand des Erdbodens ist. Bei Verwendung von Zementmuffenverbindung kommt aber der im Verhältnis zu den eisernen Röhren hohe Widerstand insbesondere des trockenen Zements doch vorteilhaft zur Geltung.

Da nur die aus den Röhren austretenden Ströme die Röhren anfressen, liegt es nahe, die Röhren auf negativen Spannungszustand gegenüber dem Erdboden zu bringen. Eine Anzahl von Anordnungen wurden hiernach versucht. Es wurden durch Saugmaschinen Ströme zwischen Röhren und Gleise geschickt. Diese Anordnung erwies sich jedoch als umständlich und kostspielig. Es bestand auch die Gefahr, daß die so vermehrten Erdströme anderwärts Schaden anrichten können. Um das Ausströmen von den Röhren nach der Erde möglichst ungefährlich zu machen, wurden[1]) durch benachbarte, in die Erde eingegrabene Metallmassen Ströme in den Erdboden gesaugt. Der so geschaffene Schutz ist jedoch örtlich sehr begrenzt, wie durch eingehende Versuche festgestellt wurde. Auch bei diesem Verfahren werden die Erdströme vermehrt. Um Spannungen an isolierten Stößen zu vermeiden, kann man zwar die Stöße gut leitend überbrücken, das steigert aber noch mehr die Rohrströme. Diese können unter schlechten Gleisverhältnissen bei starkem Betrieb so stark werden; daß Bleidichtungen ausschmelzen, was in Amerika aber doch selten beobachtet wurde; die Bleimäntel von Kabeln, die mit den Röhren leitend verbunden werden, können schmelzen. Wird aus irgend einem Grunde das Gasleitungsrohr unterbrochen, bevor das Gas abgesperrt ist, so können Entzündungen auftreten. Es ist auch schwer, im Betriebe die Saugströme den sonstigen Rohrströmen anzupassen. Im allgemeinen überwiegen die Nachteile die Vorteile. Dies Mittel wird mehr als Aushilfsmittel, bei aufgetretenen schädlichen Streuströmen als allgemeines Heilmittel angesehen. Dies gilt sowohl für das unmittelbare metallische Verbinden von Röhren und Gleis, wie das Zwischenschalten von Saugern oder für das Absaugen der Rohrströme in die Erde. Ein Nachteil dieser Saugeinrichtungen ist auch, daß nachträgliche Änderungen an Rohren oder Gleisen meist kostspielige Änderungen der Saugvorrichtungen erfordern. Als nachträgliches Abwehrmittel ist bei Bahnen, bei denen nur in der Nähe des Kraftwerks das Gleis mit der negativen Sammelschiene verbunden ist, das Absaugen der Rohrströme in

[1]) E. Bosa and Burton Mc Collum. „Technologic Papers of the Bureau of Standards", Nr. 52.

[1]) Vgl. D.R.P. Nr. 211612.

Digitized by Google

Amerika vielfach angewendet worden, wenn die unmittelbare Verbindung von Rohr und Gleisen keinen Vorteil versprach. Es sind die Rohrsaugeinrichtungen in ähnlicher Weise durchgebildet worden wie die an anderen Orten allgemein verwandte Schienenspeisung. So wird beispielsweise eine dem D.R.P. Nr. 184 660 entsprechende Vorrichtung zum Absaugen der Rohrströme (Abb. 1) vorgeschlagen, bei denen

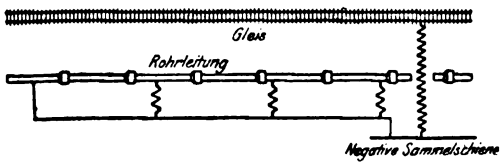


Abb. 1.

die Saugleitung durch abgestufte Widerstände mit den Rohren verbunden ist. Ein wirtschaftlicher Vorteil liegt, abgesehen von den angegebenen Nachteilen, gegenüber der Anordnung von Schienensaugleitungen darin, daß bei letzteren möglichst alle Bahnströme des betreffenden Bezirks abgesaugt werden müssen, während bei dem Rohrsaugsystem dies nur für die in die Röhren eingedrungenen Ströme der Fall ist. Damit die Röhren an allen Stellen negativ gegenüber den Gleisen sind, muß dafür gesorgt sein, daß das Spannungsgefälle in den Saugleitungen für die Röhren kleiner ist, als in der Gleisleitung. Um dies noch vollkommener zu erreichen, wird, wie aus Abb. 1 ersichtlich, das Gleis nicht widerstandslos mit der negativen Sammelschiene, sondern durch Zwischenschalten eines Widerstandes verbunden. Der Strom sucht sich dann zumeist den widerstandsloseren Weg über die Röhren und Rohrsaugleitungen, ohne die Röhren anzufressen. Die Erdströme werden aber verstärkt.

Erfahrungen lehrten, daß die Lage der Röhren zu den Gleisen das Auftreten schädlicher Streuströme stark beeinflußt. Annäherung in irgend einem Gebiet bringt eine starke Saug- oder Abstrahlungswirkung hervor, ist also besonders schädlich. Als besonders gefährdet erwiesen sich Kreuzungsstellen, an denen die Röhren nahe an die Gleise kommen. Auch das Verlegen der Röhren unmittelbar unter den Gleisen bringt für erstere Gefahr. Einige Gesellschaften verlegen daher die Röhren an beiden Seiten der Gleise. Durch diese Verlegung werden viele sonst der Anfressung durch Streuströme ausgesetzte Kreuzungen an den Abzweigungen zu den Häusern vermieden. Daß Röhren schon in einer Entfernung von 1 bis 2 m genügend geschützt seien, wie einige englische Techniker behaupten, wird als irrig bezeichnet, da selbst in viel größeren Entfernungen Schäden beobachtet worden sind. Wenn auch das Verlegen der Röhren in größerem Abstand nicht als vollkommenes Mittel zum Beseitigen der Rohrschäden angesehen werden kann, ist dessen Wert doch nicht abzustreiten.

Als weitere Schutzmaßnahme wurde ein leitender, nicht anfreßbarer Überzug um die Röhren versucht, der mit dem Rohrmetall leitend verbunden ist, so daß die Ströme gefahrlos austreten können. Dies Verfahren erwies sich aber als zu kostspielig. Es war auch schwierig, einen sicheren, nicht metallischen leitenden Überzug zu erhalten. Auch die Hilfserdung der Röhren in den Gefahrbezirken wurde vorgeschlagen, indem entweder von den Röhren getrennte Metallplatten o. dergl. oder die zu schützenden Röhren umgebende Schutzröhren mit den Röhren leitend verbunden werden, um das gefährdete Rohr auf gleichen Spannungszustand zu bringen, wie die Umgebung. Abgesehen von den hohen Kosten, insbesondere bei ausgedehnten Rohrnetzen, werden jedoch hierbei die Rohrströme infolge des verminderten Erdübergangswiderstandes vermehrt.

Größeres Gewicht wird den isolierten Muffenverbindungen oder solchen von hohem Widerstand beigelegt, während in Deutschland seitens der Gas- und Wasserfachmänner diesen keine Beachtung geschenkt wurde und auch seitens vieler Elektrotechniker der Wert der Isolierung der Bleimäntel und Eisenbewehrung als wirksamer Schutz gegen das Eindringen schädlicher Streuströme bezweifelt wird. Es wurden insbesondere Zementverbindungen gewählt. Die Spannung zwischen Rohr und Gleis wird bei zweckmäßiger Anordnung auf einen geringen Wert herabgesetzt. Mißerfolge können erzielt werden, wenn die isolierten Verbindungen nicht richtig und in richtigen Abständen verteilt werden. Je größer die Spannung in den Gleisen ist, um so mehr isolierte Muffenverbindungen müssen in die Röhren eingefügt werden. Wenn beispielsweise bei Bahnen das Spannungsgefälle 20 bis 30 V auf 1000 m gerechnet beträgt, so genügt es nicht, etwa alle 200 m einen isolierten Stoß in die Rohrleitung einzufügen.[1]) Aus den der Abhandlung beigegebenen Versuchswerten ist der gute Einfluß der Isoliermuffen zu ersehen. Einen Übelstand zeigten noch die verwendeten Muffen, daß sie nicht genügend beständig waren. Der Widerstand änderte sich durch Oxydation, Feuchtigkeitsaufnahme oder aus mechanischen Gründen im Laufe der Jahre. Im Betriebe kann durch Spannungsmessungen an den Rohrstücken bestimmt werden, ob die Anzahl der Isolierungen ausreicht. Bei Gußeisen wird ein Spannungsgefälle von 0,1 bis 0,4 an den Muffen für ausreichend gehalten, während bei schmiedeeisernen Röhren der Wert nur ein Drittel hiervon betragen soll. Nach den Erfahrungen werden die Isoliermuffen in 4 Arten geteilt. Bei der einen werden die Muffen, von den Rohren durch Gummiringe getrennt, mittels Klammern verschraubt. Viel verwendet werden auch übergeschobene gedichtete Holzmuffen, durch die die beiden Rohrstücke auf kurze Länge getrennt werden. Eine dritte, gleichfalls bewährte Art bildet eine Zementisolierung, bei der zwischen die äußere Glocke und das innere Rohr Zement gegossen ist. Die Erfahrung hat gelehrt, daß eine nicht großflächige Berührung von innerem und äußerem Rohrstück unter Umständen unschädlich sein kann. Es kann jedoch die Isolierung durch einen zwischengelegten Gummiring verbessert werden. Bei einer vierten Art wird die Trennung der Metallteile durch eine Ausgußmasse von hohem Widerstand erreicht. Haben die durch die Isolierschicht getrennten Rohrteile nur geringe Entfernung, während die zwischen ihnen auftretende Spannung hoch ist, so daß außen ein großer Stromübergang über die Muffe mit Anfressungen an den Kanten zu befürchten ist, so wird der ganze Stoß auf einige Länge mit Isolierpapier umwickelt. Abb. 2 zeigt beispielsweise einen so armierten Stoß mit Papierumhüllung.

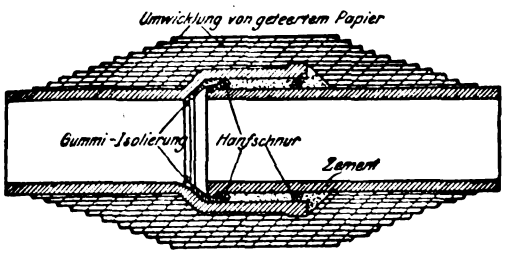


Abb. 2.

Im allgemeinen werden alle Anordnungen, die ausschließlich an den Röhren angebracht werden, um die Streuströme unschädlich zu machen oder ihre Wirkung abzuschwächen, auch in Amerika nur als Notbehelf betrachtet, wenn nachträglich Änderungen an den Gleisen sich nicht durchführen lassen. Sie allein anzuwenden, wird man sich nur in bestimmten Fällen entschließen. Bei einer ganz unvorschriftsmäßig angelegten Gleisanlage bringen die Anordnungen auch keinen vollen Erfolg.

Am vorteilhaftesten erscheint es, das Übel an der Wurzel anzufassen und Vorbeugungsmaßnahmen gegen das gefährdende Auftreten von Streuströmen überhaupt durch zweckmäßigen Bau der Gleisanlage und der Gleisspeisung zu treffen. Bei den erwähnten Anordnungen an den Röhren selbst zur Verminderung der Streustromwirkung wird auf den Zustand des Gleisnetzes keine Rücksicht genommen, aus denen man unbeschränkt, sogar unter Umständen verstärkt, Streuströme in die Erde entweichen läßt. Sicherer erscheint es unbedingt, das Entweichen von Strömen aus den Gleisen in die Erde durch Anordnungen an den Gleisen zu verhindern.

Bei Wechselstrombetrieb und einer Pulszahl von 50 werden die Anfressungen gegenüber dem Gleichstrombetrieb auf etwa den hundertsten Teil vermindert. Zur Entscheidung für die Stromart, ob Wechselstrom oder Gleichstrom zu wählen ist, sind meist andere Rücksichten wie die auf Streuströme in den Städten bestimmend.

Doppelte Oberleitungen, wobei die Gleise nicht zur Stromleitung herangezogen werden, schließen die Gefahr vor betriebsmäßigen Streuströmen aus, doch ist Anlage und Betrieb neben sonstigen Nachteilen meist unwirtschaftlich.

Die Umkehr der Polrichtung, wobei der negative Pol mit der Oberleitung verbunden wird, gibt nur scheinbar Vorteile. Die Gefahrzonen werden in die ausgedehnteren Außenbezirke gelegt, wobei die Freßdichte an den Röhren vermindert wird. Die Anfressungen erreichen so erst nach längerer Zeit gefährliche Stärke. Es wird dies vielfach aber auch als Nachteil empfunden.

Erfahrungsgemäß werden die Anfressungen erfolgreich vermindert, wenn die Stromrichtung des öfteren gewechselt wird. Schon bei täglich einmaligem Wechsel sollen die Schäden bei Eisenrohren auf etwa den vierten Teil sinken. Die Anordnung erschwert jedoch den Betrieb, insbesondere wenn mehrere Unterstationen parallel auf die Bahnanlage arbeiten. Dies Verfahren ist daher nur zu empfehlen, wenn das Bahnnetz nur von einer Stelle aus gespeist wird.

Wichtig für die Verminderung der Streuströme ist die Verringerung der Spannung in den Gleisen durch Entlastung von Strom und Vermehrung der Leitfähigkeit, ohne die parallel geschaltete Erde hierzu zu benutzen. Das Erden der Gleise, um die Erde an der Fortleitung der Ströme teilnehmen zu lassen und so die Spannung in den Gleisen zu vermindern, würde die Gefahr nur bedeutend vergrößern. Es kommen vielmehr nur Mittel in Betracht, wie starke Schienenprofile, Verstärkungsleitungen parallel zu den Gleisen, Vielfach-Schienenspeisung mit oder ohne Saugmaschinen, Dreileitersystem u. dergl.

Dem Bau und der Unterhaltung der Gleise wird zuweilen nicht die verdiente Beachtung geschenkt, um dauernd eine gute Leitfähigkeit aufrecht zu erhalten. Erforderlich sind gute, sichere Stoßverbindungen oder gutes Verschweißen der Schienenstöße. Querverbindungen sind nötig, um nötigenfalls fehlerhafte Stöße auszugleichen. Es soll dies in Abständen von 60 bis 150 m genügen, wenn die Schienenstöße zuverlässig sind. Zur Bewertung der Leitfähigkeit der Schienen ist zu rechnen, daß die der Stahlschienen etwa $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ des Kupfers ist.

Verstärkungsleitungen parallel zu den Gleisen und mit diesen an verschiedenen Stellen verbunden, entlasten die Gleise vom Strom. Diese können Vorteil bringen, auch wenn sie unisoliert verlegt werden. Sie können die Nachteile mangelhafter Stoßverbindungen ausgleichen. Es gehören jedoch insbesondere bei starken Schienenquerschnitten sehr große Kupfermengen dazu, um die Gleise wesentlich zu entlasten.

Die Verwendung isolierter Schienenspeiseleitungen wurde in Amerika bisher wenig verwendet, obwohl deren Anordnung zuerst in einer amerikanischen Zeitschrift veröffentlicht wurde. Erst in der letzten Zeit wurden infolge der guten Erfahrungen in einzelnen Bahnbetrieben des Landes die Vorteile dieser Anordnung mehr erkannt und beachtet. Die Gleise können hierbei gut entlastet werden, wenn die Widerstände in den Speiseleitungen den mittleren Belastungen entsprechend ausgeglichen werden. Je mehr und je besser die isolierten Speiseleitungen für die Rückleitung des Stromes ausgenutzt werden, je weniger die Gleise selbst zur Stromleitung herangezogen werden, um so geringer ist die Spannung in den Gleisen, um so weniger Ströme entweichen dann auch in die Erde. Bei vollkommen ausgeglichenen Speiseleitungen herrscht zwischen den Speisepunkten keine Spannung. Die wirtschaftlichen Verhältnisse sind entscheidend, in wieweit dieser vollkommene Ausgleich zu erstreben ist. In Abb. 3 bis 5 sind die Spannungen zwischen dem Gleisnetz und den Sammelschienen dargestellt. In Abb. 3

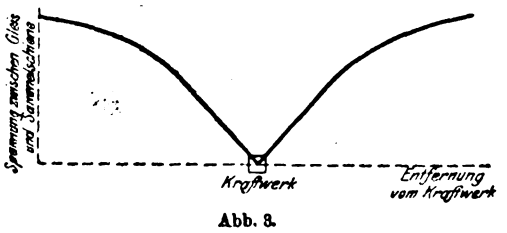


Abb. 3.

ist angenommen, daß die Gleise nahezu widerstandslos am Kraftwerk mit der negativen Sammelschiene verbunden sind. Die Spannung zwischen Gleis und Sammelschiene ist also am Kraftwerk null und nimmt von da nach beiden Seiten in der bekannten Parabelform zu. In Abb. 4 sind vier vollkommen ausgeglichene Speiseleitungen angenommen. Die Spannung zwischen den Speisepunkten a, b, c, d und der negativen Sammelschiene hat den gleichen Wert e_1, so daß also zwischen diesen Stellen keine Spannung herrscht. Längs der Gleise wächst die Spannung bis zum Wert e_2, so daß also die Höchstspannung in den Gleisen $e_2 - e_1$ ist. In Abb. 5 ist eine minder vollkommen ausgeglichene Schienenspeisung angenommen, indem für die Speiseleitungen nach den entfernteren

[1]) Soll die Spannung zwischen Gleis und den Rohrleitungsteilen nahezu Null sein, so ist die Spannung längs der Rohrleitung nahezu gleich der der Gleisleitung. Nach diesem Gesichtspunkt muß die Anzahl der Isoliermuffen bestimmt werden je nach der Spannung, die man zwischen den Rohrteilen an einer Muffe zuläßt. Je besser leitend der Erdboden ist, eine um so geringere Spannung darf man an den Muffen zulassen, wenn nicht an diesen selbst Anfressungen vorkommen sollen. Wo das Spannungsgefälle in den Röhren groß ist, müssen auch die Isolierstellen in der Rohrleitung dicht folgen.

Digitized by Google

Stellen ein größerer Spannungsverlust zugelassen wird. Das Spannungsgefälle in den Speiseleitungen zu den Stellen b und c ist gleich e_1; nach den Stellen a und d gleich e_2 angenommen. Während die beiden nächsten Speisepunkte b und c gleichen Spannungszustand haben, beträgt die Spannung zwischen den Speisepunkten a und b, oder c und d $e_1 - e_1$. Die Spannung zwischen den einzelnen Netzstellen erhöht sich entsprechend. Nur auf der Strecke

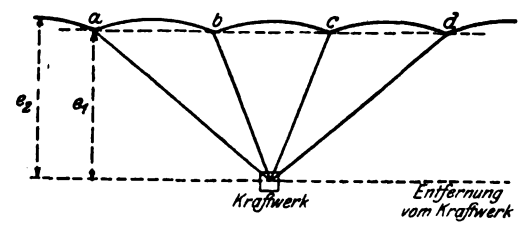


Abb. 4.

zwischen b und c entsprechen die Verhältnisse denen von Abb. 4. An den Netzstellen g und f steigt die Spannung zwischen Gleis und Sammelschiene bis zum Wert e_3, die Höchstspannung im Gleis selbst bis zum Wert $e_3 - e_1$. Aus

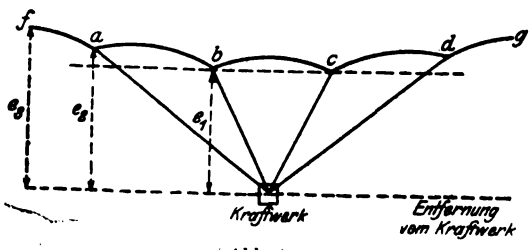


Abb. 5.

der Abbildung sind ohne weiteres die ungünstigeren Verhältnisse bei unvollkommen ausgeglichener Schienenspeisung zu entnehmen.[1]) Mit einer verminderten Zahl von Speiseleitungen kommt man aus bei einer Anordnung nach Abb. 6, die dem D.R.P. Nr. 184 660 vom

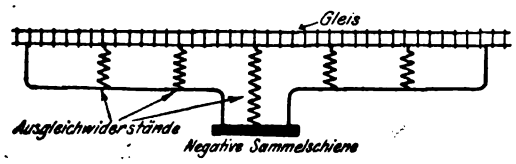


Abb. 6.

26. V. 1906 entspricht. Bei dieser Anordnung können in wirtschaftlicher Weise eine große Anzahl von Speisepunkten geschaffen, und so die Gleise in vollkommener Weise von Strom entlastet werden. An Stelle der Ausgleichwiderstände können insbesondere bei verzweigten Stadtnetzen vorteilhaft Kabelabzweigungen genommen werden. Selbstverständlich können, wo dies rechnerisch vorteilhaft befunden wird, in die Kabelleitungen Saugmaschinen eingeschaltet werden.

Die Wirkung dieser vielfachen Schienenspeisung ist am vollkommensten, wenn die Betriebsverhältnisse die sind, die den bei Berechnung der Widerstände gemachten Annahmen entsprechen. Die aus den Gleisen entweichenden, durch die Anordnung schon verminderten Streuströme breiten sich nicht weit aus, verbleiben vielmehr im allgemeinen im gleichen Bezirk. Ist die Last ungleich verteilt, bewegt sich beispielsweise im Grenzfalle nur ein einzelner Motorwagen längs einer langen an verschiedenen Stellen gespeisten Strecke, so wandert der Gefahrbezirk, d. h. der Bezirk, in dem die Rohren positiv gegen die Gleise sind, wie Rechnung und Überlegung ergeben, mit dem fahrenden Wagen. Es tritt demnach ein Wechsel in der Richtung der Ströme in den einzelnen Bezirken ein, der günstig bezüglich der Verminderung der Anfressungen ist, da der Vorgang der Zersetzung in gewissem Maße umkehrbar ist, wenn die beim Stromaustritt an den Rohren zersetzten Stoffe nicht durch Zerstreuung im Boden weggeschafft werden. In je kürzerer Zeit diese Wechsel erfolgen, um so günstiger sind die Verhältnisse. Die Zersetzung ist nach Versuchen schon verschwindend klein, wenn der Zeitraum der Umkehr weniger als 10 bis 15 min beträgt. Es wirken daher die Vielfachspeiseleitungen auch noch günstig, wenn die Verhältnisse nicht denen entsprechen, die bei der Berechnung der Widerstände angenommen wurden.

[1]) In den deutschen Vorschriften ist diesen Verhältnissen Rechnung getragen, indem ohne Rücksicht auf die Spannung zwischen den Speisepunkten ein bestimmter Höchstwert zwischen beliebigen Gleisstellen des Stadtnetzes festgelegt wurde.

Sind sehr lange Speiseleitungen erforderlich, so ist die Anordnung mit Widerständen in den Speiseleitungen nicht mehr genügend wirtschaftlich, da die Spannung in den Speiseleitungen zu hoch ist oder unwirtschaftliche Kupferquerschnitte verwendet werden müssen. In solchen Fällen werden in die Außenleitungen vorteilhaft Saugmaschinen eingeschaltet, die die Spannungsverluste zwischen Gleis und Sammelschienen aufheben (Abb. 7). Anstatt

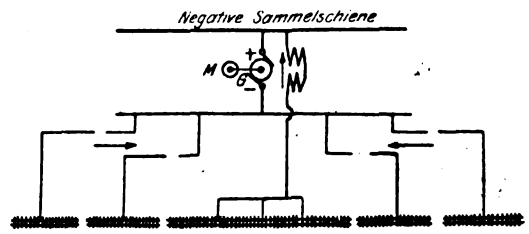


Abb. 7.

in die entfernten Leitungen Saugmaschinen einzuschalten, können umgekehrt in die naheliegenden Leitungen zur Vermeidung der Widerstände Maschinen von umgekehrter Polarität eingeschaltet werden (Abb. 8).

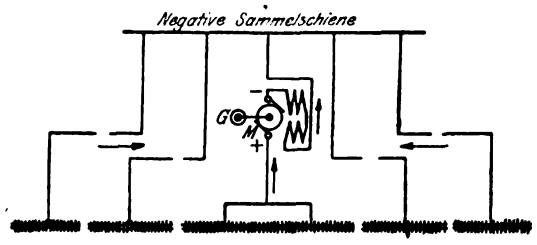


Abb. 8.

Die Anzahl der Schienenspeisepunkte ist davon abhängig, wie weit man die Gleise vom Strome entlasten will. Anderseits sind wirtschaftliche Rücksichten maßgebend. Die Berechnung der wirtschaftlich vorteilhaftesten Anzahl der Speisepunkte und deren Anordnung ist schwierig. Die Rechnung wird auch durch Betriebsänderungen leicht über den Haufen geworfen.

Eine wirksame Entlastung der Gleise wird beim Dreileitersystem erreicht, bei der die Gleise als Zwischenleiter benutzt werden, worauf schon gleich in der ersten Zeit, in der man sich mit Streustromfragen beschäftigen mußte, hingewiesen wurde. Es können entweder die Oberleitungen einer zweigleisigen Bahn verschiedene Polarität, also gegeneinander doppelte Betriebsspannung erhalten, während die Gleise durch sichere Querverbindungen gut leitend verbunden sind, oder es erhalten abschnittsweise die Oberleitungen wechselnde Polarität. An Kupfer und an Energie wird hierbei wenig gespart. Die Vorteile sind wesentlich die verminderte Anfressungsgefahr. Trotz der günstigen Wirkung hat die Anordnung in Amerika, wo neuerdings nur eine Bahn in Kalifornien nach dem Dreileitersystem in Betrieb genommen ist, wenig Anwendung gefunden.

Als Ergebnis der Untersuchungen wird in der Abhandlung folgendes angegeben: Maßnahmen an den Rohren selbst schaffen nur unvollkommene Abhilfe. Von Wert haben sich die Isolierungen an den Muffen erwiesen und zweckmäßiges Absaugen der Rohrströme. Doch werden diese Maßnahmen nur als Behelfsanordnungen betrachtet, die den zweckmäßigen Bau der Gleisanlage nicht übertlüssig machen. Auch die Vorschläge für die an den Gleisen zu treffenden Maßnahmen müssen auf ihre Wirksamkeit im Verhältnis zur Wirtschaftlichkeit geprüft werden. Von Bedeutung sind ein sorgfältig ausgeführtes Gleisnetz mit großem Schienenquerschnitt, sicheren Stoß- und Querverbindungen und achtsame Unterhaltung. Während über die Dreileiteranlage noch zu wenig Erfahrungen vorliegen, werden isolierte Saugleitungen, bei größeren Entfernungen in Verbindung mit Saugdynamos empfohlen. Die oben erwähnten Maßnahmen an den Rohren können außer den an den Gleisen angebrachten die Sicherheit gegen schädliche Streuströme erhöhen, doch sind diese bei zweckmäßigem Ausbau der Gleisanlage mit geringem Spannungsverlust meist nicht nötig.

Die widerstreitenden Forderungen seitens der Besitzer von Bahnanlagen und Rohranlagen machen es schwer, allgemein zufriedenstellende Vorschriften zum Bekämpfen der Schäden durch Streuströme zu schaffen, zumal vielfach die örtlichen Verhältnisse entscheidend sind. In vielen Fällen erscheint es das Vorteilhafteste, einen unparteiischen Sachverständigen zu Rate zu ziehen. Einzelne Vorschriften, mittleren Verhältnissen angepaßt, können viele Schwierigkeiten beseitigen und den Besitzern von Rohrnetzen und Kabeln einerseits, den von den Gleisnetzen anderseits Vorteil bringen. Ähnlich dem Verfahren in Deutschland wird auch für Amerika die Bildung einer vereinigten Streustromkommission empfohlen, um Vorschriften zu entwerfen, die möglichst allen Seiten gerecht werden. Hierbei sind zu berücksichtigen Spannungen in den Gleisen und Rohren, Spannungen zwischen Rohr und Gleisnetz, zwischen den verschiedenen Rohren und Kabeln und der Erde, Ströme in den Rohren, Freßdichte an den Rohren u. dergl., um beim Bau schon nach Möglichkeit späteren Schäden vorbeugen zu können. Spannungsmessungen an den Gleisen nach Aufnahme des Betriebes können, falls die örtlichen Verhältnisse nicht genügend berücksichtigt sind, ein falsches Bild über die Gefährdung geben. Deshalb sind nur allgemeine Vorschriften, die Spannung in den Gleisen niedrig zu halten, nicht richtig, da gerade bei guter Überleitung des Stromes in gut leitendem Erdboden die Gleisspannungen gering sind, während die starken Erdströme gefährlich werden können.[1])

In Amerika wurden für Bahnen meist hohe Spannungen in den Gleisen zugelassen, weshalb auch die Schäden durch Anfressungen stärker sind, als in anderen Ländern. Erfahrungen, wie weit man mit den Spannungen heruntergehen muß, um gegen Schäden genügend sicher zu sein, liegen noch nicht vor. Nach englischen Vorschriften darf die Spannung zwischen zwei beliebigen Stellen des Netzes 7 V nicht übersteigen. Nur bei Überschreitung dieses Wertes in einzelnen Anlagen sollen Schäden bemerkt worden sein. Der Wert von 7 V wird aber für hoch gehalten. Nach den deutschen Vorschriften darf bei mittlerem Betriebe die Spannung zwischen zwei Punkten des Stadtnetzes 2,5 V nicht übersteigen, während für Außenstrecken der höchste Spannungsverlust 1 V/km nicht überschreiten soll.

Die Strombelastung im Straßenbahnbetrieb ist sehr ungleichmäßig. Es treten einerseits infolge der Verkehrsschwankungen starke, einige Zeit anhaltende Belastungsschwankungen ein, anderseits gibt es unabhängig hiervon noch kurzzeitige Stromstöße, die vom Anfahren, Anhalten usw. der einzelnen Wagen herrühren. Wenn von einem Mittelwert gesprochen wird, so kann unter Berücksichtigung der Stromstöße der Mittelwert während einer bestimmten Belastungszeit gemeint sein, oder der Mittelwert während der ganzen Betriebsdauer oder das Tagesmittel, auf 24 h einschließlich der Betriebspausen berechnet.

Nach Ansicht des „Bureau of Standards" besteht in den englischen wie in den deutschen Vorschriften noch eine Unbestimmtheit, wie die zugelassene Höchstzahl der angegebenen Spannung aufzufassen ist. Der englische „Board of Trade" hat der Bestimmung von 7 V Höchstspannung nachträglich die Deutung gegeben, daß der Mittelwert der Spannung zur Zeit der Höchstbelastung nicht überschritten werden darf.

In den deutschen Vorschriften erscheint der Wortlaut der Vorschriften den Amerikanern nicht genügend eindeutig, ob der vorgeschriebene Grenzwert der Spannung für das Spannungsmittel bei mittlerem, fahrplanmäßigen Betrieb gilt, oder ob der Höchstwert der Spannungsstöße bei gewöhnlichen Betriebsverhältnissen gemeint ist. Nur im ersteren Fall, der ja für deutsche Verhältnisse maßgebend ist, erscheint die betreffende Vorschrift auch für Amerika anwendbar. Die englischen Vorschriften würden sich den deutschen nähern, wenn in ersteren angenommen würde, daß sie sich auf die Spannungsspitzen bei Vollast bezögen.

Über die Aufstellung von Vorschriften herrscht in Amerika noch keine Einigkeit, ob die vorübergehenden Höchstwerte oder Mittelwerte während der Höchstbelastung oder, was am meisten befürwortet wird, Mittelwerte während des Tagesbetriebs für die Feststellung der Spannungsgrenze im Gleisnetz bestimmend sein soll. Letzteres wird befürwortet, zumal die Stärke der Anfressung nicht im gleichen Maße wie die ansteigende Spannung wächst. Bei kurzzeitigen Belastungsänderungen sind hierbei die Mittelwerte unter Berücksichtigung der Umkehrwerte des Stromes zu nehmen, während bei langzeitigen Stromrichtungsänderungen nur die positiven Werte für die Berechnung des Mittels zu berücksichtigen sind, wobei die Mittelwerte auf einen Zeitraum von 24 h zu beziehen sind. In einzelnen Fällen, in denen die Rohren besonders stark gefährdet oder auch geschützt erscheinen, können strengere oder mildere Vorschriften genommen werden. Werte von 2 bis 4 V für das Ganztagmittel oder 3 bis 10 V für

[1]) In den deutschen Streustromvorschriften ist dies in der Weise berücksichtigt, daß die gestatteten Höchstspannungen im Gleisnetz nicht gemessene, sondern errechnete Werte sind.

Digitized by Google

das Mittel während der Höchstbelastung erscheinen ausreichend.

In den Vorschriften wird für das Messen des Spannungsgefälles in den Gleisen eine Länge von etwa 300 m empfohlen, die möglichst auf einer Strecke in der Nähe von Rohrleitungen zu wählen ist. Für die laufenden Messungen werden zweckmäßig Drähte von Stellen niedrigsten Spannungszustandes aus angebracht. Es können auch Fernsprechdrähte, wo dies gestattet wird, zu den Messungen benutzt werden.

Nach den vorhergehenden Ausführungen sollten in den Vorschriften metallische Verbindungen zwischen Röhren und Gleisen verboten werden, während ein Absaugen von Strömen aus den Röhren gestattet werden sollte. Die (auch in Deutschland erlassene) Vorschrift, die sich kreuzenden Gleise verschiedener Straßenbahngesellschaften untereinander gut leitend zu verbinden, wird auch für Amerika empfohlen. Man will sogar weiter gehen, auslaufende Strecken, die etwa 500 m und weiter an den Enden voneinander entfernt sind, gleichfalls durch Ausgleichdrähte verbinden zu lassen, um ein Hin- und Herfluten von Streuströmen durch das zwischenliegende Erdreich nach Möglichkeit zu verhindern.

Sind Meßdrähte in Zwischenräumen von 300 bis 1000 m gespannt, so soll die dauernde Überwachung des Spannungsabfalls auf den Meßstrecken genügen. Andernfalls ist zeitweiliges Nachmessen der Stoßverbindungen vorzuschreiben. Der Widerstand der Stoßverbindungen einschließlich 1 m Schiene soll den Widerstand von 2 bis 3 m Schienenwiderstand nicht überschreiten. Querverbindungen sollen alle 60 bis 150 m, in Gegenden starken Verkehrs öfter angebracht sein. Es sind dies alles Einzelheiten, die anscheinend den deutschen Vorschriften entnommen sind.

Vorgeschlagen werden ferner behördliche Vorschriften zur möglichsten Verhütung von Schäden durch Streuströme, entweder seitens des Staates oder auch der Städte. Für vorteilhaft wird gehalten, daß sich staatliche Körperschaften eingehend mit der Frage beschäftigen. Es erscheine dies zweckdienlicher, als wenn dies durch örtliche Gesellschaften geschähe, die möglicherweise besonders in kleinen Städten nicht immer frei von Nebeneinflüssen sind. Auf jeden Fall sollten Vorschriften so einfach wie möglich sein. Befürwortet wird eine gemeinsame Bearbeitung seitens der Bahngesellschaften mit den Besitzern der Röhren.

Zusammenfassend wird als Inhalt des Buches folgendes vermerkt:

Die Behandlung der Streustromfrage war in Amerika lange Zeit vernachlässigt worden, erst in letzter Zeit hat man den Streuströmen größere Beachtung geschenkt.

Die Gefahr, daß durch Streuströme Brände oder Explosionen entstehen könnten, ist gering. Größere Bedeutung haben nur die Schäden durch Anfressen von Rohrleitungen in der Erde.

Maßnahmen an den Röhren selbst werden erst in zweiter Linie als Hilfsmittel zur Verminderung von Streustromschäden betrachtet, mehr Beachtung ist der sorgfältigen Herstellung und Instandhaltung der Gleisanlage zu schenken.

Für den an den Rohren selbst anzubringenden Schutz kommt ernstlich nur das Einfügen von Isolierstücken in die Rohrleitungen und das Absaugen von Rohrströmen in Betracht. Erstere Maßnahme ist zu empfehlen bei Verlegen neuer Röhren, letztere bei fest verlegten Rohrleitungen ohne isolierende Stöße, wenn keine Gefahr für benachbarte Rohrleitungen besteht.

Wichtiger als die Maßnahmen an den Rohrleitungen sind solche an der Gleisanlage, wie möglichst widerstandslose Gleise mit sicheren Stoßverbindungen, Mehrfach-Schienenspeisung mit ausgeglichenen Widerständen oder Saugmaschinen. Das Dreileitersystem bietet elektrische Vorteile, wo die Ausführungsbedingungen günstig sind.

Während in Amerika bisher zumeist nur Schutzmaßnahmen an den Röhren getroffen wurden, wurden in anderen Ländern mit Vorteil Vorschriften zur Beschränkung des Spannungsgefälles in der Rückstromanlage gemacht.

Für etwaige Vorschriften sind für die Mittelwerte der Spannung die Tagesmittel zugrunde zu legen, weniger empfehlenswert ist das innerhalb einer halben Stunde genommene Mittel, unangebracht, etwa die Spitzenwerte der Spannungsschwankungen den Vorschriften zugrunde zu legen.

Die Festsetzung der Spannungsgrenze soll für die einzelnen Strecken von der Ausdehnung der Rohrnetze abhängig gemacht werden.

Es können für die Spannungen in den Gleisen oder Röhren in der Erde[1]) Vorschriften erlassen werden.

In den meisten Fällen können als Höchstwerte der Spannungen, in den Gleisen 2 bis 4 V, bezogen auf das Tagesmittel, gelten, was etwa 1 V/km Gleisstrecke entspricht. Die Mittelwerte sollen im Betrieb in einem Zeitraum nicht unter einer halben Stunde gewonnen werden.

Zum Überwachen der Spannungsverhältnisse in den Gleisen sollen von einer Meßstelle nach verschiedenen, passend ausgewählten Gleisstellen Meßdrähte gezogen werden. Diese Stellen sollen so gewählt werden, daß möglichst die höchsten im Gleisnetz vorkommenden und die mittleren Spannungen gemessen werden.

Örtliche Verhältnisse können es zulässig erscheinen lassen, Überschreitungen der Höchstwerte zuzulassen, wenn Schäden durch Streuströme unwahrscheinlich sind.

Einzelne Vorschriften, die zur Verminderung der Streustromgefahr erlassen werden, sollten auch die Besitzer der Rohranlagen verantwortlich machen, da in einzelnen Fällen durch Maßnahmen an den Röhren mit geringsten Kosten die Schäden vermindert werden können. *Mi.*

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Über die Wirkungsweise der in der drahtlosen Telegraphie benutzten Vakuumröhren mit drei Elektroden (Audion).[2])

[G. Vallauri. Jahrb. d. drahtl. Telegr., Bd. 12, S. 349, 48 S., 18 Abb.]

Vallauri bringt eine angenäherte analytische Darstellung von der Wirkungsweise des Audions, die eine wenn auch unvollkommene Anschauung — nicht von dem Wesen — aber von der Art und Weise des Vorgangs, von dem Einfluß der einzelnen veränderlichen Faktoren, von den kritischen Beziehungen zwischen ihnen und von den Eigenschaften der verschiedenen Schaltungsweisen in ihrem Verhältnis zueinander geben soll.

Das Audion findet in der drahtlosen Telegraphie Anwendung als Empfänger, als Verstärker und als Erreger; seine Merkmale sind drei Elektroden: glühende Kathode (Draht), kalte Anode (Blech oder Platte) und Hilfselektrode zwischen den beiden erstgenannten (Rost oder Gitter).

Für die Verwendung als Verstärker ist kennzeichnend die Schaltung nach Abb. 1.

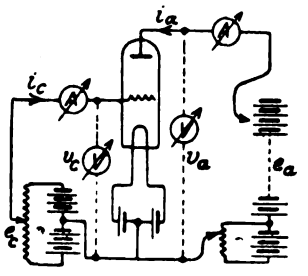


Abb. 1. Schaltung der Vakuumröhre als Verstärker.

Vorhanden sind — abgesehen von dem Heizstromkreise der Kathode — zwei äußere Stromkreise, einer zwischen Anode und Kathode, der zweite zwischen Gitter und Kathode. Beide Kreise sind durch das Audion miteinander gekuppelt. Es ist anzunehmen, daß für die Ströme in beiden Kreisen die Beziehungen gelten

$$i_a = \psi(v_c\, v_a)$$
$$i_c = \lambda(v_c\, v_a).$$

Ein nicht empirischer Ausdruck für diese Beziehungen kann nur aus der Theorie der Vorgänge in der Kathodenröhre abgeleitet werden. Da diese z. Zt. nicht hinreichend genug bekannt sind, geht Vallauri davon aus, daß z. B. $i_a = \psi(v_c\, v_a)$ durch das Experiment bestimmt wird. Aus einer für veränderte Werte von v_c und v_a aufgenommenen Kurvenschar für v_a (vergl. Abb. 2) erhält er die die Wirkung der Röhre als Verstärker kennzeichnende Gleichung $i_a = a\, v_c + b\, v_a + c$, bei der a und b als Parameter der Kurvenschar entnommen und c berechnet werden kann. Voraussetzung ist dabei, daß man sich auf den ebenen Teil der Charakteristik — etwa auf die Nachbarschaft des durch einen kleinen Kreis bezeichneten Punktes — beschränkt.

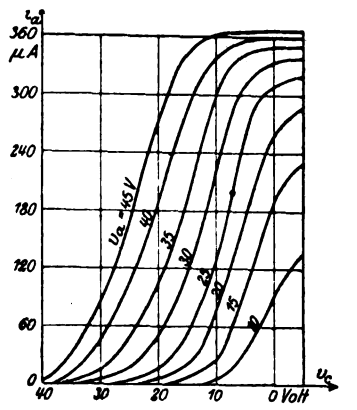


Abb. 2. Kurven für v_a, abhängig von verändertem v_c.

Enthält der Anodenkreis einen Ohmschen Widerstand R, so ergibt sich bei einer Änderung von v_a um einen periodisch mit dem Mittelwert 0 veränderlichen Betrag e

$$i_a = J_0 + \frac{a\,e}{1 + b\,R} = J_0 + i,$$

worin i der dem sich ändernden e folgenden Zu- oder Abnahme von i_a entspricht. Hieraus ist

$$i = \frac{a}{1 + b\,R}\,e,$$

d. h. der Verstärkungsvorgang ist vollkommen.

Enthält der Anodenkreis neben R eine Selbstinduktion L, so wird

$$i = a\,e - b\left(R_i + L\frac{d\,i}{d\,t}\right),$$

d. h. i und e sind nicht mehr in Phase.

Soll das Audion als Erreger dienen, so müssen die beiden Kreise durch äußere Koppelung miteinander verbunden werden (wie z. B. in Abb. 3). Hier wird die Verstärkung benutzt, um die Ursachen der Dämpfung im Schwingungskreise aufzuheben. Aus dem allgemeinen Integral für v_1, d. i. die Änderung der Spannung im Anodenkreise, folgt

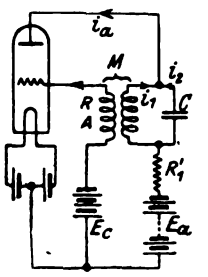


Abb. 3. Vakuumröhre als Erreger.

$$M = -\frac{b\,L + (1 + b\,R')\,R\,C}{a}$$

als Bedingung für den Fall, daß kontinuierliche Schwingungen auftreten sollen, d. h. die Koppelung muß einen bestimmten Wert erhalten, wenn derartige Schwingungen entstehen sollen. Wird M dem absoluten Werte nach kleiner, so entstehen gedämpfte Schwingungen, während für höhere Werte die Schwingung unbegrenzt an Amplitude zuzunehmen strebt. Daß hier Theorie und Wirklichkeit nicht übereinstimmen hat seinen Grund in den Vernachlässigungen, die bei Aufstellung der Theorie gemacht worden sind. Jedenfalls erlaubt aber diese den Schluß, daß die Zunahme von $|M|$ von sehr kleinen Werten aus zunächst eine kritische Bedingung erreicht wird, bei der kontinuierliche Schwingungen einsetzen, und daß jenseits dieser Bedingung neue Betriebsbedingungen möglich sind, bei denen die Amplitude der Schwingungen eine Funktion der Koppelung ist. Aus der genannten Bedingung folgt in ihrer weiteren Ausdeutung, daß die Schwingungen um so leichter eintreten, je mehr das Verhältnis $\frac{L}{C}$ einem günstigsten Werte nahe kommt, je kleiner das Dekrement und je größer die Eigenfrequenz des Schwingungskreises ist, ferner, daß die erzeugten Schwingungen sinusförmig sind, und daß die wirkliche Frequenz der Eigenfrequenz des Schwingungskreises etwas überlegen ist.

Die weitere analytische Untersuchung führt zu dem Ergebnis, daß beim Betriebe des Audions als Stromerzeuger der Anodenstrom und die Regelungs-(Gitter-)spannung sich sehr angenähert in gleicher Phase ändern, während die Anodenspannung in entgegengesetzter Phase schwingt, und daß die gesamte von dem System aufgenommene Energie dieselbe bleibt, einerlei ob das Audion als Erzeuger wirkt oder ob es unwirksam bleibt. Nimmt man beim

[1]) Spannungen in der Erde zu messen, ergibt unsichere Werte, da die Spannung von den Gleisen oder Röhren aus bekanntlich in einer logarithmischen Kurve in der Erde abnehmen. Es müssen auch in umständlicher Weise unpolarisierbare Elektroden verwandt werden.

[2]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 376.

Digitized by Google

Schwingungserzeuger als nutzbare Energie P_u diejenige an, die von der veränderlichen Komponente der Stromstärke i_1 in dem Widerstande R des Schwingungskreises verzehrt wird, so wäre im stationären Zustande

$$P_u = \frac{R}{T}\int_0^T (i_1 - J_0)^2\, dt = \frac{1}{2} R J_0^2 \cos^2\varphi .$$

Abb. 4 stellt die von de Forest angegebene und als Ultraudion bezeichnete Schaltung dar; sie ist gekennzeichnet dadurch, daß der Schwingungskreis $L\,C$ zwischen Rost und Anode unter Einfügung eines Kondensators

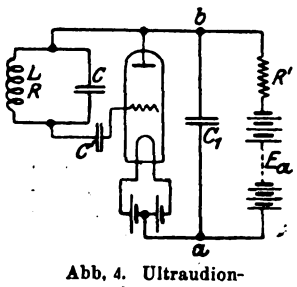


Abb. 4. Ultraudionschaltung 1.

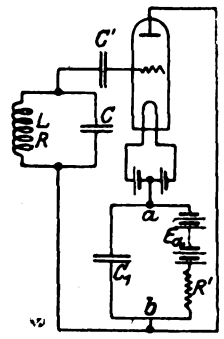


Abb. 5. Ultraudionschaltung 2.

C_1 zwichen Kathode und Anode geschaltet und daß die Stromquelle E_0 durch den Kondensator C' ersetzt ist. Die Schaltung ist gleichwertig der in Abb. 5, die wieder die beiden äußeren Kreise Kathode-Anode und Kathode-Gitter enthält, die nun nicht mehr magnetisch, sondern elektrisch, durch die gemeinsame Strecke $a-b$ gekoppelt sind. C_1 muß also als Koppelungskondensator bezeichnet werden.

Die Charakteristik von $i_c = \psi\,(v_c\, v_a)$ hat ungefähr die in Abb. 6 angegebene Form. Der

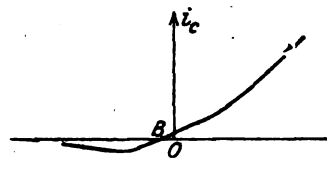


Abb. 6. Charakteristik von i_c.

Mittelwert von i_c muß also, damit das Audion richtig arbeitet, auf 0 gehalten werden; das ist nur in der Gegend des Punktes B der Abb. 6 möglich. C' ersetzt die EMK E_0 und hat die Aufgabe, der Regelungsspannung einen bestimmten Mittelwert zu geben.

Ist i_c in jedem Augenblick gleich 0, so kann kein Energieübergang vom Audion zum Schwingungskreise stattfinden, wie es zur Erzeugung kontinuierlicher Schwingungen in letzterem erforderlich ist. Zur Überwindung dieser Schwierigkeit führt Vallauri die Kapazität des Rostes gegen die Kathode ein, die einen Verschiebungsstrom ermöglicht und durch einen mit C' in Reihe liegenden Kondensator C'' ersetzt werden kann. Der Gesamtwert beider Kondensatoren ist $C_2 = \frac{C'\,C''}{C' + C''}$. Die Schaltung sieht dann aus, wie Abb. 7 zeigt.

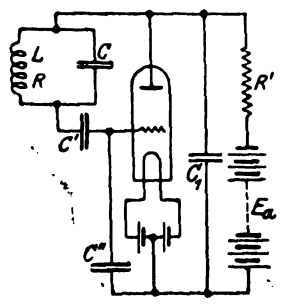


Abb. 7. Ultraudionschaltung 3.

Diese benutzt Vallauri zur analytischen Behandlung; er erhält folgende Bedingung für das Zustandekommen der Schwingungen

$$\beta\gamma = \alpha\zeta ,$$

worin

$$\alpha = L(C\,C_1 + C_1\,C_2 + C_2\,C),$$

$$\beta = R(C\,C_1 + C_1\,C_2 + C_2\,C) + L\left(a\,C + \left[b + \frac{1}{R'}\right][C + C_2]\right),$$

$$\gamma = C_1 + C_2 + R\left[a\,C + \left(b + \frac{1}{R'}\right)(C + C_2)\right]$$

und $\zeta = a + b + \frac{1}{R'}$, ist.

Die Auswertung dieser Gleichung führt zu einer Anzahl Bedingungen, die für die Wahl der Koppelungskapazität, des Eigendekrements des Schwingungskreises, des Widerstandes R' und des Verhältnisses $\frac{L}{C}$ für den Schwingungskreis von Bedeutung sind.

Die Verwendung des Audions als Detektor verlangt, daß der ebene Teil der Charakteristik (siehe Abb. 1) verlassen wird. Die analytische Behandlung ist also insofern schwieriger, als für $i_a = \chi\,(v_c\, v_a)$ ein komplexer Ausdruck angenommen werden muß. Vallauri hat die Lösung unter Voraussetzung einiger vereinfachenden Annahmen durchgeführt; er kommt zu dem Ergebnis, daß man als Index des Gleichrichtervermögens die zweite Ableitung χ'' der Funktion χ nach v_c anzusehen hat. Die quantitative Untersuchung des Gleichrichterproblems mit Hilfe dieser Lösung läßt sich aber mit Rücksicht auf die Krümmung der Charakteristik ohne besondere Schwierigkeiten nur bei bestimmten Beispielen durchführen.

Gegeben werden dann noch einige Schaltungsmöglichkeiten für das Audion, die sich aus den errechneten Ergebnissen ableiten lassen.

Rp.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Wirkung des Barometerstandes auf die Übertemperatur von Öltransformatoren.

[V. M. Montsinger. Proc. Am. Inst. El. Eng., Bd. 35, S. 451 u. Gen. Electric Rev., Bd. 20, S. 43.]

Es ist bekannt, daß mit abnehmendem Barometerstande, also zunehmender Höhe, die Übertemperatur eines Transformators steigt. Verfasser untersucht theoretisch und praktisch die Abhängigkeit dieser Übertemperatur vom Barometerstand, von der Übertemperatur selbst, sowie von der Bauart des Ölkastens.

Die gesamte Wärmeabgabe W zerfällt in eine solche durch Strahlung (W_r) und eine durch Ableitung (W_c). Erstere ist vom Barometerstand unabhängig, ihre Größe ist $W_r = K \cdot E\,(T_2'^4 - T_1'^4)$ (Gesetz von Stefan-Boltzmann). Darin sind:

$K = 3{,}68 \cdot 10^{-11}$,
E = relatives Ausstrahlungsvermögen der betreffenden Fläche,
$T_2\,T_1$ = absolute Temperaturen des strahlenden Körpers bzw. seiner Umgebung.

Beschränkt man sich auf Übertemperaturen Θ von etwa 10 bis 50° C bei etwa 30° C Raumtemperatur, so kann man dafür auch schreiben $W_r = K_1 \Theta^{1,12}$.

Die Wärmeabgabe durch Ableitung ist, wenn B der Barometerstand: $W_c = K_2\,\Theta^{1,25}\,B^{0,5}$.

Bezeichnet A die Höhe in Einheiten von 1000 Fuß, so berechnet der Verfasser bei konstantem Verlust und Wärmeabgabe nur durch Ableitung die prozentuale Steigerung Φ_1 der Übertemperatur $\Phi_1 = 1{,}46\,A$.

Ist auch Strahlung vorhanden, so wird

$$\Phi_1 = \frac{1{,}46\,A}{1 + W_r/W_c}.$$

Bezeichnet man mit $1/R$ die Vergrößerung der Kastenoberfläche durch die Wellung der Seitenwände, so ist $\frac{W_r}{W_c} = 1{,}3\,R$, bei Übertemperaturen von etwa 10 bis 50° C und etwa 30° C Raumtemperatur.

Demnach $\Phi_1 = \frac{1{,}46\,A}{1 + 1{,}3\,R}$ (prozentuale Zunahme der Übertemperatur). Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Kupferverluste mit der Übertemperatur wachsen, erhöht man zweckmäßig den Faktor 1,46 auf 1,6.

Also $\Phi_1 = \frac{1{,}6\,A}{1 + 1{,}3\,R}$.

Beobachtungen wurden ausgeführt an 3 verschiedenen Ölkästen.

Nr. 1: Wellblechkasten mit 24 Wellen von 250 mm Tiefe und 60 mm Teilung, 1300 mm Wellblechhöhe.

Nr. 2: Wellblechkasten mit 43 Wellen von 90 mm Tiefe und 57 mm Teilung, 1300 mm Wellblechhöhe.

Nr. 3: Runder Glattblechkasten, Durchmesser 590 mm, Höhe 1500 mm. Beobachtet wurde in

Pittsfield in etwa 300 m Höhe
Boulder „ „ 1800 „ „
Leadville „ „ 3300 „ „

Die Übereinstimmung besonders in der Station Boulder bei Nr. 2 und 3 ist also nur mäßig. Verfasser führt das darauf zurück, daß die Raumteperatur dort wegen sehr großer allgemeiner Luftwärme um etwa 3 bis 6° C höher war. Dadurch wird die Wärmeabgabe durch Strahlung vermehrt. Jedenfalls ist die Arbeit des Verfassers besser geeignet zur Ermittlung der Übertemperatur, abhängig vom Barometerstand, als die z. Zt. geltenden amerikanischen bzw. englischen Regeln. Diese Regeln überschätzen den Einfluß des Barometerstandes sehr. *Kdf.*

Beleuchtung und Heizung.

Fluoreszenz und Phosphoreszenz und deren Anwendung zur Erzielung von Leuchtwirkungen.

[The Electrician Bd. 79, S. 20.]

Auf der Februartagung 1917 der Londoner Illuminating Engineering Society hielt F. Harrison Glew einen Vortrag über Fluoreszenz und Lumineszenz, in dem er über einige nicht allgemein bekannte Anwendungen dieser eigentümlichen Erscheinungen berichtete. Die Fluoreszenz einiger Stoffe, wie insbesondere des Kalziumsulfids sowie des Zinksulfids, die vorher einer intensiven Belichtung ausgesetzt waren, ist bekannt. Unmittelbar nach der Belichtung leuchten diese Stoffe mit beträchtlicher Intensität nach, die Intensität nimmt aber sehr schnell ab. Um das Nachleuchten einem größeren Auditorium vorzuführen, wandte Glew eine interessante Einrichtung an. Er ließ einen mit Zinksulfid überzogenen Zylinder mit etwa 10 000 Umdr i. d. min rotieren. Auf der von dem Auditorium abgewandten Seite wurde der rotierende Zylinder von einer Wolframbogenlampe belichtet, die bekanntlich sehr reich an ultravioletten Strahlen ist. Die dem Auditorium zugewandte Seite des Zylinders erstrahlte hierbei in lebhaft grünem Lichte mit einer Flächenhelle von mehreren Fuß-Kerzen[1]) (1 foot candle = 11,84 Lux).

Die rasche Vergänglichkeit dieser Erscheinung beschränkt die praktische Anwendung der Fluoreszenz. Ein wesentlicher Fortschritt wurde in der letzten Zeit dadurch erzielt, daß den sog. „Leuchtfarben" eine Spur radioaktiver Substanzen beigemischt wurde, wodurch sie selbstleuchtend werden. Die Fluoreszenz wird durch die vom Radium ausgehenden α-Strahlen erregt. Da Radium sich nur in einem solchen Grade erschopft, daß die Fluoreszenzwirkung in 1000 Jahren auf etwa die Hälfte reduziert würde, so konnte man eine praktisch konstante Leuchtwirkung erzielen. Aber das Zinksulfid selbst läßt in seiner Wirkung nach, und vor allem wird das benutzte Schutzglas oder der Lackschutz allmählich immer undurchlässiger. Die erreichbare Leuchtwirkung ist annähernd proportional der Menge der verwandten radioaktiven Substanz; aber die erzielbare Helligkeit ist sowohl durch die Kosten der radioaktiven Substanzen an sehr enge Grenzen gebunden, als auch durch die Tatsache, daß ein lebhaftes Bombardement durch die α-Strahlen zu einer sehr raschen Verschlechterung des Zinksulfids führt. Die Verminderung der Helligkeit um 50% im Verlaufe eines Jahres ist nicht außergewöhnlich; in einem Falle sank die Helligkeit um 50% bereits in 24 h als 75 mg Radiumbromid auf 1 g Zinksulfid angewandt wurden.

In der Diskussion erklärte A. Block einige der physiologischen Schwierigkeiten, die sich bei der Photometrierung von „Leuchtfarben" einstellen. Absolute Werte können wegen der eigentümlichen Farbe und der geringen Lichtstärke nur sehr angenähert

[1]) Diese Bewertung der Flächenhelle ist ziemlich inkorrekt. Entweder gibt man sie in HK/cm² an oder in Lambert (1 Lambert ist die Helligkeit einer Fläche mit vollkommener Diffusion, die ein Lumen/cm² ausstrahlt).

Messungen der prozentualen Steigerung der Übertemperatur:

Ort	Kasten Nr. 1		Kasten Nr. 2		Kasten Nr. 3	
	berechnet	beobachtet	berechnet	beobachtet	berechnet	beobachtet
Pittsfield	—	44,4° C Übert.	—	44,4° C Über	—	48,3° C Übert.
Boulder	6%	6,34%	4,8%	1,42%	3,36%	— 2,08%
Leadville	11,9%	12%	9,95%	7,82%	6,45%	+ 4,6%

Digitized by Google

erhalten werden. Block wandte zur photometrischen Vergleichung eine Glühlampe mit vorgesetzten sog. signalgrünem Glase an. Bei der einen photometrischen Methode befand sich die Leuchtfarbe gewissermaßen als Insel auf einem Hintergrunde, der durch die grün abgeschirmte Glühlampe beleuchtet wurde. Nach einer anderen Methode wurde die Probe der Leuchtfarbe durch eine kleine Öffnung in einem weißen Schirme betrachtet, der um 45° gegen die Strahlen der ihn beleuchtenden Glühlampe geneigt war. C. C. Paterson beschrieb die am National Physical Laboratory angewandte photometrische Methode. Auf eine Scheibe werden Figuren mit der zu untersuchenden Leuchtfarbe aufgezeichnet. Diese Scheibe befindet sich in der Mitte zweier kongruenter Metallschablonen, in die die gleichen Figuren eingeschnitten sind. Hinter den Metallschablonen befindet sich eine durchscheinende Platte, die von hinten durch eine grün abgeschirmte Glühlampe beleuchtet wird. Die Intensität dieser Glühlampe wird solange verändert, bis die Figuren in der Schablone mit derselben Helligkeit wie die mit der Leuchtfarbe gezeichneten erscheinen. *lx.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Stromabnehmer mit Doppelrolle.

[Electr. Railway Journ. Bd. 50, S. 194, 1 Sp., 1 Abb.]

Die Straßenbahn in Cleveland hat den in Abb. 8 dargestellten Stromabnehmer in Gebrauch, der mit 2 Rollen ausgerüstet ist. Der voranlaufenden Rolle fällt die Führung des ganzen Stangenkopfes an der Leitung zu, doch kann sie nach entsprechender Auswechslung auch als Eiskratzer dienen. Sie hat, wie die Abbildung zeigt, die Form einer normalen Stromabnehmerrolle, während die hintere Rolle, die

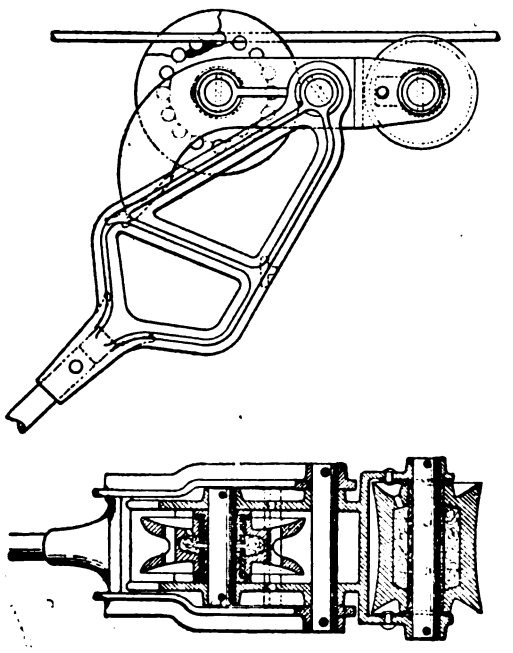


Abb. 8. Stromabnehmer mit Doppelrolle.

vor allem die Stromabnahme an den Weichen, Kreuzungsstücken usw. der Leitung zu übernehmen hat, die Form einer ausgehöhlten Walze besitzt. Beide Rollen lagern in einem Schwingrahmen, der am Kopfe der Stromabnehmerstange mit einem Drehbolzen eingesetzt ist. Der Strom wird durch beide Rollen abgenommen. Die Eiskratzerrolle hat eine Anzahl von Querdurchbohrungen am Grunde der Rille, wodurch scharfe Kanten entstehen, die das Eis brechen; sie wird in den Rahmen isoliert eingesetzt, so daß dann nur die hintere Rolle den Strom abnimmt. Die Rolle wurde von James Scott entworfen und bei der von ihm geleiteten Straßenbahn Cleveland ausprobiert. *e*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Zusammenschluß schwedischer Elektrizitätswerke

36 Elektrizitätswerke und Stromverteilungsstellen in den Provinzen Stockholm, Upsala, Södermanland, Västmanland und Gefleberg haben sich unter dem Namen „Aelvkarlebynätets elektriska centralförening" zusammengeschlossen. Zweck der Vereinigung ist die Unterstützung der bestehenden Gesellschaften und Bildung neuer, Ordnung der Lohn- und Versicherungsfragen, gemeinsame Materialienbeschaffung, Bereitstellung von Facharbeitern und Reservematerial für Notfälle zur Vermeidung von Betriebsstörungen. Bei Errichtung neuer Werke soll die Vereinigung Beistand leisten und sachkundigen Rat erteilen, gegebenenfalls auch Anlagen ausführen.

Ergebnisse amerikanischer Elektrizitätswerke[1]).

[Electrical World, Bd. 65, S. 473; Bd. 67, S. 38 u. 542; Bd. 69, S. 410; Bd. 70, S. 669; Bd. 72, S. 3.]

Der Stromabsatz der Elektrizitätswerke der Vereinigten Staaten betrug im Jahre 1917 bei im Mittel 61,3 % aller Werke 16 752 Mill. kWh (14 305 i. Vj.), entsprechend 17,1 % Zunahme, und die daraus erzielte Einnahme 288,7 Mill. $ (258,9 i. Vj.), entsprechend 11,5 % Zunahme. Rechnet man diese Zahlen auf 100 % aller Werke um, so ergeben sich 27 328 Mill. kWh (23 400 i. Vj.) und 470 Mill. $ (422 i. Vj.). In der Zahlentafel 1 sind auch die entsprechenden Angaben für die einzelnen Monate gegeben. Für die ersten 4 Monate des laufenden Jahres ergeben sich bei im Mittel 60 % aller Werke 5573 Mill. kWh (5136 i. Vj.),

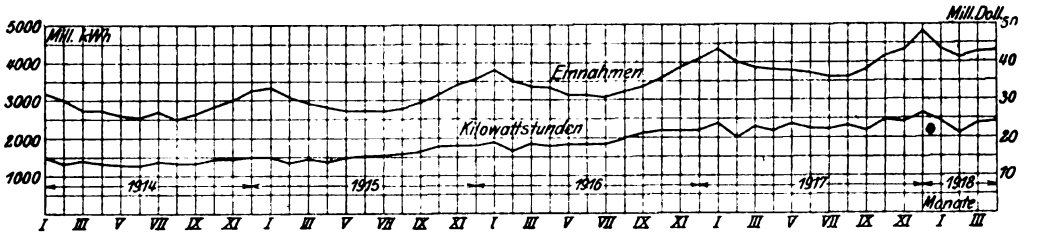


Abb. 9. Leistungen und Einnahmen der amerikanischen Elektrizitätswerke in den einzelnen Monaten 1914 bis 1918.

entsprechend 8,5 % Zunahme, und 101,9 Mill. $ (92,1 i. Vj.), entsprechend 10,6 % Zunahme. Auf 100 % umgerechnet ergeben sich 9300 Mill. kWh

Zeichnet die IX. Kriegsanleihe!

(8560 i. Vj.) und 170 Mill. $ (154 i. Vj.). In Zahlentafel 2 sowie in Abb. 9 u. 10 ist die Entwicklung für die Jahre 1914 bis 1918, bezogen auf alle

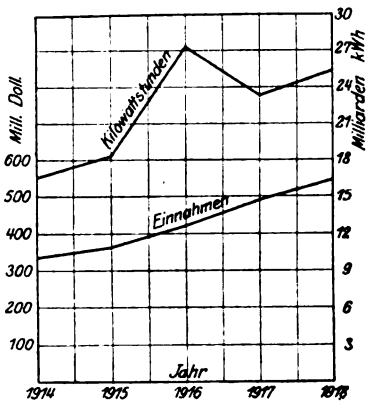


Abb. 10. Jahresstromlieferung und Einnahmen 1914 bis 1918.

Werke, dargestellt. Die Jahressummen 1918 sind geschätzt.

Zahlentafel 1.

Monat	% aller Werke	Mill. $ 1917	Mill. $ 1916	Mill. kWh 1917	Mill. kWh 1916	Zuwachs an kWh %
Januar..	62	24,98	23,96	1 422	1 181	26,7
Februar.	60	22,3	22,3	1 168	1 036	20,0
März ...	60	22,7	20,9	1 295	1 139	23,6
April ...	58	22,1	20,2	1 251	1 086	22.5
Mai	62	23,4	20,3	1 459	1 163	25,3
Juni	63	23,3	20.2	1 408	1 166	20,8
Juli	63	22,8	19,7	1 397	1 159	20,5
August .	63	22,7	19.97	1 452	1 223	18,7
Septbr...	63	23,9	20,9	1 376	1 219	13,0
Oktober	62	25,7	22,3	1 522	1 279	19,0
Novbr...	62	26,7	23,2	1 485	1 292	15,1
Dezbr...	58	28,1	25,0	1 517	1 362	11,3
Summe .	61,3	289	259	16 752	14 305	17,1
„ .	100	491	422	27 327	23 400	—
		1918	1917	1918	1917	
Januar..	62	27,0	24.98	1 508	1 422	6,1
Februar.	60	24,7	22,3	1 254	1 168	7,4
März	60	25,4	22,7	1 418	1 295	9,5
April ...	58	24,8	22,1	1 393	1 251	11,3
Summe .	60	101,9	92,1	5 573	5 136	8,5
„ .	100	169,6	153,5	9 287	8 568	—

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1916, S. 320; 1917, S. 498; 1918, S. 88.

Zahlentafel 2.

	1914	1915	1916	1917	1918
Mill. kWh	16 591	18 402	27 327	23 400	25 389*
Mill. $ ...	337	361	422	491	543*

* Geschätzte Werte.

Die Abbildungen zeigen, daß der Höhepunkt der Stromerzeugung im Jahre 1916 in den folgenden Jahren nicht mehr erreicht wurde. -z.

Berg- und Hüttenwesen.

Zum sächsischen Kohlenmonopol.

Kürzlich ist, wie der „Frf. Ztg." aus Dresden berichtet wird, im Königreich Sachsen ein Gesetz in Kraft getreten, das dem Staate das ausschließliche Recht überträgt, Kohle aufzusuchen und zu gewinnen. Die bedenkliche Entwicklung des sächsischen Kohlenbergbaues, die starke Kapitalszusammenballung und die durch eine wilde Spekulation verursachte Preistreiberei mit Kohlengerechtsamen, die für die Zukunft Kohlenpreise befürchten ließen, die der gesamten sächsischen Volkswirtschaft hätten verhängnisvoll werden müssen, hat den Anlaß zu diesem Eingriff des Staates gegeben. Namentlich gewisse ausländische Großhändler suchten sich durch Erwerb von Kuxen und Aktien der Kohlenwerke Einfluß auf die sächsische Kohlenproduktion zu sichern. Regierung und zweite Kammer hielten es für ihre Pflicht, solchen Bestrebungen entgegenzutreten, und im Einverständnis mit der Regierung brachten am 18. X. 1916 sämtliche Fraktionen einen Antrag ein, dem Staat unter Wahrung der berechtigten Interessen der Grundeigentümer die ausschließliche Ausbeute aller noch nicht abgebauten Kohlenlager zu übertragen.

Allgemeiner Maschinenbau.

Ein neues Luftfilter.

Die für die Kühlung elektrischer Maschinen oder für den Betrieb von Kompressoren, Gebläse- und Gasmaschinen usw. erforderliche Betriebsluft wurde bisher durch die allgemein bekannten Stoffilter von Staubteilchen gereinigt.[1]) Diese Filter besitzen eine Anzahl Taschen aus Baumwollstoff, durch welche die staubhaltige Luft hindurch gesaugt wird; der gerauhte Stoff hält hierbei alle Staubteilchen zurück, wodurch eine vollkommene Reinigung der Luft erzielt wird. Die Stoffilter haben sich seit vielen Jahren bewährt, ihre Herstellung ist jedoch in letzter Zeit immer schwieriger geworden, da infolge des Krieges ein Mangel an Baumwolle eingetreten ist. Im Verlaufe des Krieges trat daher die Aufgabe, einen den Stoffiltern gleichwertigen Ersatz zu schaffen, an die filterbauenden Firmen heran.

Nach eingehenden Versuchen ist es der Firma K. & Th. Möller, Brackwede, gelungen, das „stofflose Möllerfilter" auf den Markt zu bringen, welches in allen seinen Teilen aus Eisen besteht, nach ganz neuen Grundsätzen aufgebaut und durchaus feuersicher ist.

Die Abscheidung des Staubes erfolgt beim stofflosen Filter durch eiserne Filterkörper, die der durchströmenden Luft eine große Oberfläche bieten und die einzelnen Luftstrahlen zu einem oftmaligen Geschwindigkeits- und Richtungswechsel zwingen, wodurch die Staubabscheidung erreicht wird.

Das Möllerfilter unterscheidet sich von anderen Systemen, welche mit Wasser oder Öl arbeiten und daher außer diesen Hilfsflüssigkeiten eine Pumpe mit Motorantrieb oder eine Handpumpe erforderlich machen, dadurch, daß die Staubabscheidung auf trockenem Wege vor sich geht. Außer seiner hierdurch bedingten, hohen Wirtschaftlichkeit ist die große Haltbarkeit der sämtlich aus Eisen bestehenden Teile mit unbegrenzter Lebensdauer ein großer Vorteil.

Aus Abb. 11 ist der Einbau eines stofflosen Filters ersichtlich; das Filter

[1]) Vgl. „ETZ" 1912, S. 120; 1913, S. 124 1320, 1468; 1914, S. 588.

Digitized by Google

ist an der Außenseite des Maschinenhauses angebaut. Die Abbildung zeigt einen Querschnitt *A B* durch das Filter. Die Staubluft strömt bei *a* durch ein gelochtes Blech ein und gelangt in den Beruhigungsraum *b*, wo sich die groben Staubteile infolge der Geschwindigkeitsveränderung ablagern. Hier erfährt der Luftstrom eine Ablenkung um 90° nach oben und wird gezwungen, den Dämpfungskäfig *D* zu durchströmen, welcher unten von einem feingelochten Blech *c* begrenzt wird und am oberen Teile die liegenden Wände *d* trägt. Diese bestehen aus starken Flacheisenrahmen, an welchen unten ein weitgelochtes Blech mit Winkeleisenbesatz angenietet ist. Auf diesem Blech sind Filterkörper aufgeschüttet, welche aus kleinen Eisenröllchen bestehen, und deren Abmessungen für die Staubabscheidung durch Versuche festgestellt worden sind. Bei diesen Versuchen waren maßgebend die vollständige Staubabscheidung und der geringste Widerstand bei bester Staubabscheidung; auch die zweckmäßigste Schichthöhe wurde durch Versuche festgestellt. Die gereinigte Luft gelangt durch Öffnungen *e* in die Reinluftkanäle und von da zu den Maschinen.

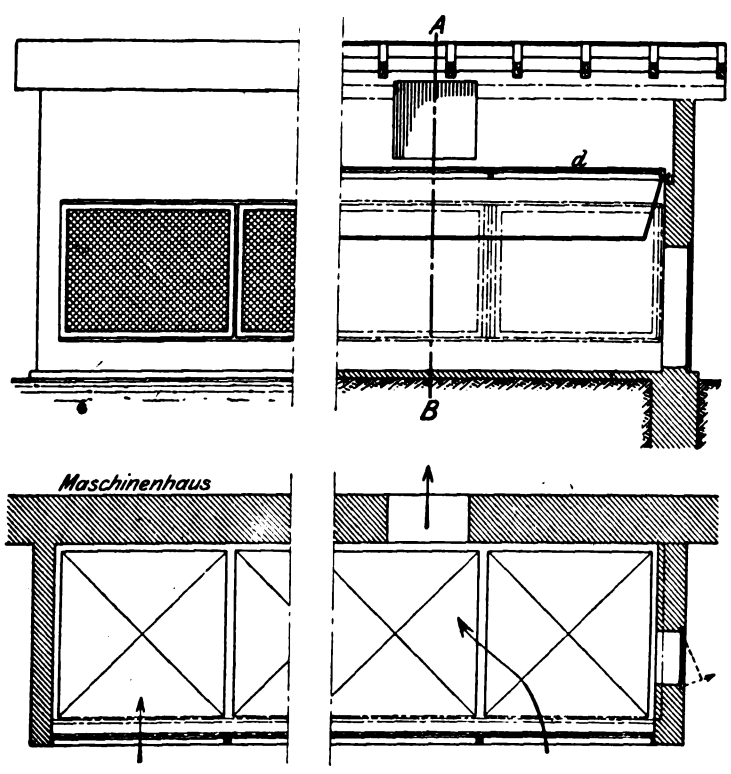


Abb. 11. Einbau eines stofflosen Möllerfilters.

Der Widerstand eines stofflosen Filters hat sich bei bester staubabscheidender Wirkung zu 3 bis 4 mm Wassersäule ergeben; er bleibt auch bei längerem Betriebe ziemlich konstant.

Das Filter kann auch in das Maschinenhaus selbst eingebaut werden, wobei bei beschränkten Raumverhältnissen nach der Seite mehrere Dämpfungskäfige übereinander angeordnet werden. An Stelle eines gemauerten Filterhauses kann auch ein Gehäuse aus Eisen oder Holz vorgesehen werden. Letztere werden hauptsächlich für Kompressoren gebaut, erstere mehr für Elektrizitätswerke.

-z.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 25. III. 1918[1]).

Vorführung eines neuen Vibrationsgalvanometers durch Herrn Schering.

Das Vibrationsgalvanometer dient als Nullinstrument für Wechselstrom bei Messungen in der Brücke oder in Kompensationsschaltungen. Wird ein Gleichstromgalvanometer von Wechselstrom durchflossen, so dreht sich das bewegliche System nicht nach einer Seite, sondern es gerät in Torsionsschwingungen; das von dem Spiegel auf eine Mattscheibe entworfene Bild eines beleuchteten Spaltes wird zu einem hellen Bande in die Breite gezogen. Das Vibrationsgalvanometer ist nun ein solches Galvanometer, dessen System — Nadel oder Spule — ein so geringes Trägheitsmoment und eine so starke Richtkraft hat, daß die Eigenfrequenz des Systems mit der Frequenz des Wechselstroms übereinstimmt, das System schwingt also in Resonanz mit dem Wechselstrom, es ist außerordentlich empfindlich für dessen Grundschwingung, aber ganz unempfindlich gegen dessen Oberschwingungen. Hierin unterscheidet es sich vorteilhaft von dem Telephon, zu dessen Ersatz 1895 Herr Rubens dieses Resonanzinstrument erdacht hat. Im wesentlichen für Telephonfrequenzen waren auch zunächst die späteren Konstruktionen bestimmt; mit der Entwicklung der Wechselstromtechnik stellte sich das Bedürfnis nach einem brauchbaren Instrument für niedrige Frequenzen ein. In der Reichsanstalt wurde von Herrn Schmidt und mir ein elektrisch hochempfindliches, mechanisch robustes Vibrationsgalvanometer mit guter Dämpfung für den Frequenzbereich 25 bis 125 Per/s ausgearbeitet, das Herr Schmidt Ihnen vor einigen Jahren vorführen durfte.[1]) Von Herrn Zöllich bei der Firma Siemens & Halske wurde ebenfalls ein sehr empfindliches Instrument für die Bereiche 15 bis 30, 25 bis 60, 50 bis 500 Per/s ausgebildet.

Bei allen bisherigen Instrumenten mußte nun die Abstimmung der Eigenfrequenz des Systems auf die Stromfrequenz durch Hantieren am Instrument vorgenommen werden, bei Messungen mit verschiedenen Frequenzen ist das zeitraubend und unbequem, namentlich wenn man nicht gleichzeitig das Spaltbild beobachten kann und dieses bei der Verstellung von der Mattscheibe fortwandert.

Das neue von Herrn Schmidt und mir in der Reichsanstalt ausgearbeitete Instrument, das ich heute Ihnen vorzuführen die Ehre habe, läßt sich elektromagnetisch durch Verändern eines Widerstandes vom Platz des Beobachters aus in weitem Frequenzbereich abstimmen. Zwei U-förmige Polschuhe aus Eisen von 5×5 mm² Querschnitt sind zwischen den Polen eines U-förmigen Gleichstrom-Elektromagnets angeordnet (Abb. 1 u. 2). Die Schenkel der Polschuhe tragen die 4 Wechselstromwicklungen von je 1000 Windungen, die 4 Endflächen der etwas zugespitzten Polschuhe sind kreisförmig angeordnet. Zwischen die Polschuhe wird ein zylindrischer Einsatz gesteckt, in dem ein dünnes Eisenblättchen als Nadel an einer schwachen vertikal gespannten Saite befestigt ist; die Richtkraft der Nadel ist zu einem Teil durch die Torsionskraft der Saite, zum anderen Teil durch das Feld des Gleichstrommagneten gegeben, welcher das Eisenblättchen magnetisiert. Durchfließt ein Wechselstrom die Wicklungen der Polschuhe, so treten an zwei einem Nadelende gegenüberliegenden Polschuhenden schwache entgegengesetzte Magnetpole auf, welche im Tempo des Stromwechsels ihr Vorzeichen wechseln und die magnetisierte Nadel in Schwingungen versetzen. Durch Verändern der Gleichstromerregung hat man es nun in der Hand, die Richtkraft der Nadel so einzuregeln, daß ihre Eigenfrequenz auf die Stromfrequenz abgestimmt wird, die Empfindlichkeit des Instrumentes also einen Höchstwert erreicht. Ein

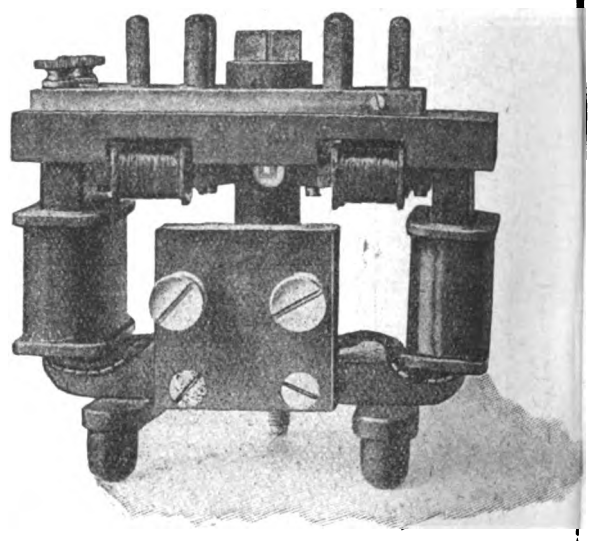
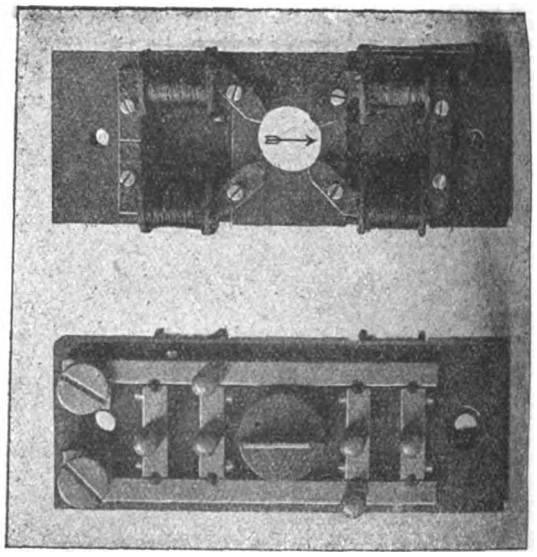


Abb. 1. Vibrationsgalvanometer mit elektromagnetischer Abstimmung.

nahe an die Nadel herangebrachter Kupferbolzen dämpft die Nadelschwingungen etwas durch die in ihm erzeugten Wirbelströme. Durch Nähern oder Entfernen des in den Einsatz eingeschraubten Bolzens kann man die gewünschte Dämpfung einstellen.



Oben: Von unten gesehen mit den Wechselstromspulen.
Unten: Von oben gesehen mit Vorrichtung zur Parallel- und Reihenschaltung der Spulen.

Abb. 2. Kopf des Vibrationsgalvanometers.

Will man die Eigenfrequenz eines Torsionsschwingungen ausführenden Systems verdoppeln, so muß man die Richtkraft vervierfachen, ceteris paribus würde dann die Empfindlichkeit für den eingestimmten Wechselstrom auf den vierten Teil sinken; diese Empfindlichkeitseinbuße wird nun bei diesem Instrument zum großen Teil durch die gesteigerte Nadelmagnetisierung aufgehoben, welche mit der Feldverstärkung zur Erzielung der höheren Richtkraft verbunden ist.

Ich möchte Ihnen nun das Instrument im Betriebe vorführen. In dem kleinen zweipoligen Einankerumformer wird der Gleichstrom des Netzes in Wechselstrom umgeformt, an dem Umdrehungszähler lesen wir 3000 Umdr/min ab, der Wechselstrom hat also die Frequenz 50 Per/s. Dem Umformer wird, wie der Strommesser anzeigt, ein Strom von 0,1 A entnommen, der einen Widerstand von 0,1 Ω durchfließt, so daß an dessen Klemmen eine Spannung von $^1/_{100}$ V herrscht; an diese Spannung ist das Vibrationsgalvanometer mit einem Vorschaltwiderstand von 910 Ω gelegt, der Wirkwiderstand des Instruments beträgt etwa 90 Ω, der Gesamtwiderstand des Kreises also 1000 Ω, das Instrument durchfließt mithin ein Strom von $^1/_{100}$ mA. Zunächst zeigt das Instrument keinen Ausschlag, es ist noch nicht abgestimmt; jetzt wird der Gleichstrommagnet des Instrumentes vom Gleichstromnetz durch Abzweigen von einem Widerstand allmählich

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 170.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 1190.

Digitized by Google

steigernd erregt, plötzlich beginnt das Spaltbild sich zu verbreitern, bei weiter steigender Erregung aber wieder zusammenzufallen. Gehen wir langsam bis zum Höchstwert der Bildverbreiterung, etwa 100 mm, zurück, so ist das Instrument auf die Frequenz 50 Per/s eingestimmt; eine Bildverbreiterung von 1 mm entspricht also einem Strom von $^1/_{10}$ μA. Wir gehen nun schrittweise mit der Frequenz des Wechselstromes herunter, wobei wir die Stromstärke auf 0,1 A halten; durch Veränderung der Magneterregung des Instrumentes können wir dieses, wie Sie sehen, immer leicht abstimmen. Wir kommen so herunter bis zu etwa 9 Per/s. Nach oben kommt man mit diesem Einsatz bis zu 76 Per/s, so schnell darf aber der kleine Umformer hier ohne Gefahr des Auseinanderfliegens nicht laufen. Wie Sie bemerkt haben, ist die Empfindlichkeit bei höherer Frequenz geringer als bei niedriger, aber doch nicht entfernt im umgekehrten Verhältnis der Quadrate der Windungszahlen.

Für höhere Frequenzen ist ein zweiter Einsatz da, dessen Eisenblättchen dünner und schmaler ist, also geringeres Trägheitsmoment besitzt. Ohne eine Verbindung zu lösen, kann man den einen Einsatz herausnehmen und den anderen einstecken; läßt man den Magnet stark erregt, so ist auch das Spaltbild sogleich auf der Mattscheibe, da die Ruhelage des Eisenblättchens durch das Magnetfeld bestimmt wird. Wandert beim Schwächen des Magnets das Bild infolge der Richtkraft des Aufhängefadens zur Seite, so dreht man den Einsatz in etwas entgegengesetzter Richtung, dann bleibt das Bild für das ganze Frequenzbereich auf der Mattscheibe, wie Sie es vorhin bei dem ersten Einsatz bemerkt haben. Die Abstimmfähigkeit des zweiten Einsatzes beginnt, wie Sie sehen, bei etwa 30 Per/s. Sie erstreckt sich bis 160 Per/s.

Zum Schluß möchte ich Ihnen noch den Einfluß der Dämpfung zeigen. Bei dem ersten Einsatz, den ich jetzt wieder einstecke, habe ich den Dämpferbolzen weit von der Nadel entfernt. Sie sehen bei 50 Per/s ist, infolge der verminderten Dämpfung, die Empfindlichkeit sehr viel größer als vorhin, aber die Abstimmung geht immer wieder verloren, weil die Frequenz des Wechselstromes nicht hinreichend konstant ist. Eine Dämpfung, welche bewirkt, daß bei einer Frequenzänderung um 1% der Ausschlag auf die Hälfte zurückgeht, haben wir für die meisten Fälle als zweckmäßig gefunden. Man kann dann z. B. mit dem Wechselstrom aus einem Lichtnetz Messungen ausführen, ohne durch Schwankungen gestört zu werden.

Gegen starke Streufelder gleicher Frequenz muß man das Instrument durch eine kräftige, am besten aus legiertem Blech gewickelte, Eisenkappe schützen, dann kann man aber in 2 m Abstand Schienenstromwandler mit 1000 A betreiben, ohne Störungsausschläge zu bemerken. Die Aufstellung auf einer eisernen Platte, welche auf drei Gummibällen ruht, sichert es vor mechanischen Erschütterungen.

Das Instrument ist von der Firma Hartmann & Braun zu beziehen. Eine ausführliche Beschreibung ist in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde" Bd. 38, 1918, S. 1 bis 11 veröffentlicht.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Elektrotechnische Gesellschaft zu Frankfurt a. M.

Sitzungsbericht vom 18. IV. 1917.

In der Sitzung der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. am 18. IV. 1917 hielt Herr Prof. Dr. Déguisne einen Experimentalvortrag über „Wechselstrommessungen mit dem Vibrationsgalvanometer", in dem er etwa folgendes ausführte.

Seitdem durch die Herren Schering und Schmidt das Vibrationsgalvanometer[1]) zu einem handlichen Apparat von hoher Empfindlichkeit umgebaut worden ist, lassen sich auch mit Wechselstrom Präzisionsmessungen von ähnlicher Genauigkeit ausführen, wie dies bei Gleichstrommessungen möglich ist. Insbesondere ist das Instrument als Nullinstrument für Brücken- und Kompensationsmessungen geeignet. Der Vortragende brachte einige wichtige Anwendungen:

1. Ausmessung eines magnetischen Wechselfeldes. Eine Prüfspule von kleinen Dimensionen (Windungsfläche etwa 1 cm²) ist um zwei zu einander senkrechte Achsen um genau meßbare Winkel drehbar. Wird die Spule an einer Stelle des Feldes so eingestellt, daß die in ihr induzierte elektromotorische Kraft auf Null geht, so läßt sich aus den abgelesenen Winkeln die Richtung des Magnetfeldes mit großer Genauigkeit feststellen. Wird die Spule mit ihrer Fläche senkrecht zu dieser Richtung gedreht, so kann nach einer der im nachfolgenden beschriebenen Methoden auch die Größe des Feldes gemessen werden. Der Vorzug dieser Methode besteht darin, daß die Spule bei der Messung stromlos ist und somit das zu messende Feld in keiner Weise beeinflußt.

2. Die Kompensationsmethode. Bei Messungen von Wechselspannungen nach der Kompensationsmethode soll neben der Größe der Spannung in der Regel auch ihre Phasenverschiebung gegenüber der Vergleichsspannung bestimmt werden. Eine Methode, die für kleinere Verschiebungen (zwischen 0 und 1°) diese Aufgabe löst, ist von Schering und Alberti ausgearbeitet worden.[1]) An Stelle des dort verwendeten regelbaren Kondensators läßt sich auch eine veränderliche gegenseitige Induktion (vom Vortragenden „Phasenschlitten" benannt) benutzen. Über die Ausführung der Messung sei auf die betreffende Veröffentlichung des Vortragenden verwiesen.[2])

3. Die Thomsonbrücke. Kleine Phasenverschiebungen zwischen der zu messenden und der Vergleichsspannung lassen sich auch in der Schaltung der Thomsonbrücke messen, wobei wiederum der bereits erwähnte „Phasenschlitten" gute Dienste leistet. So demonstrierte der Vortragende die Messung der Größe und der Phasenverschiebung des Spannungsfalles, der in einer von Wechselstrom durchflossenen Doppelleitung auftritt. Über die Durchführung der Messung gibt die entsprechende Veröffentlichung im „Archiv f. Elektr." Aufschluß.[3]) Da es sich bei derartigen Messungen im allgemeinen um kleine Spannungswerte handelt, können die Spannungen, die durch Streufelder in den Zuleitungen und in den Meßapparaten selbst induziert werden, sich als beträchtliche Störungen geltend machen. Die Schaltung ist daher von vornherein derart einzurichten, daß diese Störungen möglichst ausgeschlossen sind, und vor der Messung ist die Anordnung auf das Vorhandensein bzw. die Größe dieser Störungen sorgfältig zu prüfen. Diese Prüfung läßt sich wiederum dank der hohen Empfindlichkeit des Vibrationsgalvanometers mit großer Schärfe durchführen.

[1]) Vgl. den vorstehenden Bericht

[1]) Schering und Alberti, „Archiv f. Elektr." 1914, Bd. 2, S. 263.
[2]) Déguisne, „Archiv f. Elektr." 1917, Bd. 5, S. 363.
[3]) Déguisne, „Archiv f. Elektr." 1917, Bd. 5, S. 375.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Toews. Unsere Notiz auf S. 392 der „ETZ" 1918 ist wie folgt richtig zu stellen: Dipl.-Ing. Toews, z. Zt. Direktor des Elektrizitätswerkes und der Straßenbahn Schwerin, ist als Oberingenieur des städtischen Elektrizitätswerkes Magdeburg bestellt worden. Als Nachfolger des in den Ruhestand getretenen bisherigen Direktors des Elektrizitätswerks Magdeburg, Tellmann, ist der bisherige Oberingenieur des Werkes, C. Schneider, berufen worden.

LITERATUR.

Besprechungen.

Technische Thermodynamik. Von Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle. Dritte Auflage der „Technischen Wärmemechanik". 1. Band: Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen. Mit 244 Abb. und 7 Tafeln. XII u. 553 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 16 M.

Das vorliegende Buch ist, wie der Verfasser im Vorwort zur ersten Auflage sagt, wesentlich zum Selbststudium für Ingenieure und Studierende bestimmt. Wohl aus diesem Grunde ist eine besonders einfache und eindringliche Darstellungsweise gewählt. Es wird fast nur elementare Mathematik vorausgesetzt und dabei jede Ableitung ausführlich, ohne Unterdrückung von Zwischenrechnungen gebracht. Vielfach unterstützen oder ersetzen graphische Methoden die Rechnung; auch die einfachsten Differential- oder Integralrechnungen werden durch Figuren erläutert. Mit so einfachen Mitteln hat es der Verfasser vermocht, wohl alles, was in der praktischen Thermodynamik vorkommt, qualitativ und quantitativ darzustellen. Die thermodynamischen Gesetze werden durch eine Fülle charakteristischer Anwendungsbeispiele illustriert; reiches Zahlenmaterial und viele Diagramme (z. T. in ganz großem Maßstab in einem Anhang beigefügt) geben die Möglichkeit selbständiger Behandlung irgend welcher anderer thermodynamischer Aufgaben.

Besonderer Wert ist darauf gelegt, daß die mitgeteilten Tabellen und Diagramme den neuesten Forschungen entsprechen. Dem Verfasser kam dabei zustatten, daß er auf mehreren Gebieten in dem letzten Jahrzehnt selbst wertvolle Zusammenstellungen in Form von Tabellen (wie der Wasserdampftabellen) und Diagrammen (wie der Entropietafel der Gase für veränderliche spezifische Wärme) aus den neueren Versuchsergebnissen entwickelt hat und diese nun ohne weiteres in das vorliegende Werk aufnehmen konnte. Die Ausführung der Diagramme und der überaus zahlreichen Figuren im Text verdient große Anerkennung.

Das Werk ist wohl hauptsächlich für die auf dem Gebiet des Wärmemaschinenbaues tätigen Ingenieure von Wert. Das außerordentliche pädagogische Talent des Verfassers, das Wichtige und Praktische hervorzuheben, machte es aber nicht nur für den Spezialisten, sondern für jeden geeignet, der die Hauptlehren der Thermodynamik, das Charakteristische der Wirkungsweise der einzelnen Wärmemaschinen kennen lernen will. So wird es auch manchem Elektroingenieur willkommen sein, der sich für das Wesen der Antriebsmaschinen seiner Generatoren interessiert. Ich erwähne hier beispielsweise nur den kurzen vorzüglich gelungenen Abschnitt über Dampfturbinen. Möge das in den Kreisen der Wärmemaschineningenieure bereits rühmlichst bekannte Werk sich auch unter den Elektroingenieuren immer mehr Freunde erwerben.

Max Jakob.

Hebe- und Förderanlagen. Ein Lehrbuch für Studierende und Ingenieure. Von H. Aumund, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule Danzig. Bd. I: Anordnung und Verwendung der Hebe- und Förderanlagen. Mit 606 Abb. XVII. u. 794 S. in 4°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1916. Preis geb. 42 M.

Ein dickes Buch mit Abbildungen und Beschreibungen von Hebe- und Förderanlagen zu füllen, ist heute nicht mehr schwer, sondern nur eine Aufgabe des Sammelfleißes, wobei lediglich die Anordnung des Stoffes etwas Kopfzerbrechen verursacht, da durch die Mannigfaltigkeit und doch innere Verwandtschaft der Bauarten eine strenge Scheidung und Einordnung derselben nicht immer ohne Weiteres gegeben erscheint. Je mehr man aber in die Beurteilung der Bauart nach Zuverlässigkeit, Zweckerfüllung, Vielseitigkeit der Verwendung und Wirtschaftlichkeit eingeht, desto weniger wichtig ist, wo das Gesagte untergebracht wird. Dies trifft nun, sobald man sich Zeit nimmt, Aumunds Buch gründlich zu studieren, bei diesem Werk besonders zu. Dem Fachmann mag die Darstellung durch das Wort etwas zu breit erscheinen, der 1. Band wendet sich jedoch nicht allein an den Fachmann, sondern hauptsächlich an den Verwender. Neuling im Lesen der Zeichnungen darf man allerdings nicht sein, wenn man zum vollen Verständnis und Genuß des Buches kommen will. Die vorzüglichen Zeichnungen und ihre, auch drucktechnisch sehr geschickte, unmittelbare Verbindung mit Erläuterung und wirtschaftlicher Betrachtung geben dem Werk ihren Wert, u. zw. keinen geringen. Der Hauptwert des Buches aber besteht in den wirtschaftlichen Ermittlungen und Betrachtungen, u. zw. sowohl den allgemeinen, als besonders den jeder Bauart gewidmeten.

Der erste Band teilt sich in vier Abschnitte. Erstens Verwendung der Hebe- und Fördervorrichtungen im allgemeinen, zweitens die Verladeanlagen im Schiffahrtsbetriebe, drittens die Verladevorrichtungen im Eisenbahnwesen, viertens besondere Hebe- und Förderanlagen in der Kohlen- und Eisenindustrie.

Zu 1: Unterabteilungen: Vorbemerkungen, Geschichtliche Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit im allgemeinen, Behälteranlagen und Zubehör, sodann die Bahnförderung, die Dauerförderer, die Hubförderer und Rückblick über die Fördervorrichtungen für mittlere und kleinere Entfernungen.

Zu 2: Unterabteilungen: Die Verhältnisse beim Schiffahrtsbetriebe, Schiffsformen und Selbstentladeschiffe, Verladevorrichtungen in Häfen und Anlegestellen, Hilfshebevorrichtungen für den Schiffsbau, Vorrichtungen zum Betriebe auf den Wasserstraßen.

Zu 3: Unterabteilungen: Allgemeine Verhältnisse bei der Eisenbahnbeförderung, Wa-

Digitized by Google

genformen (Entladewagen), Verladen der Massengüter, Verladen der Stückgüter, Verladebetrieb.

Zu 4: Unterabteilungen: Allgemeines (Anordnung), Förderanlagen im Bergwesen, Verladeeinrichtungen für die Bearbeitung der Brennstoffe (Ofenbeschicker usw.), Hochofenbetrieb, Stahl- und Walzwerksbetrieb, Literaturübersicht.

In bezug auf die einzelnen Maschinen ist die Behandlung durchaus gleichmäßig so durchgeführt, daß aufeinanderfolgen: Beschreibung und Abbildung, Zeichnung oder Skizze, Anwendungsmöglichkeit, wirtschaftliche Betrachtung und wirtschaftliche Zahlenskizze.

Schon hierin ist eine wesentliche fortschrittliche Neuerung zu erblicken, von besonderem Wert aber ist der Vergleich der Fördervorrichtungen für kleine und mittlere Entfernungen, ferner die Bedeutung der Verladeanlagen für die Wirtschaftlichkeit des Schiffahrtsbetriebes, besonders mit Rücksicht auf die Liegekosten.

Wenn sich auch die vollständige Abtrennung jeglicher Berechnung der Maschinen vom Standpunkte des Fachmannes aus oftmals als ein großes Hindernis darstellt zu ausreichenden Erläuterungen des Wesens der Maschinen, so muß man doch zugeben, daß es andernfalls nicht möglich gewesen wäre, den ersten Band in der gewünschten Zeit zum Abschluß zu bringen und dem Verwender der Maschinen die Übersicht zu erleichtern. Jedenfalls bietet das Buch jedermann, auch dem Fachmann, außerordentlich viel Anregung und bedeutet einen wesentlichen Fortschritt in der einschlägigen Literatur, so daß wir wünschen müssen, daß es die Zeitverhältnisse recht bald gestatten möchten, den zweiten Band folgen zu lassen, der dem Fachmann die gewünschte und notwendige Ergänzung bietet.

Dr.-Ing. Heinel.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Aufgaben aus der Technischen Mechanik. Von Prof. F. Wittenbauer. Bd. 2. Festigkeitslehre. 611 Aufgaben nebst Lösungen und einer Formelsammlung. 3. verb. Aufl. Mit 505 Abb. VIII und 400 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 12 M.

Werkstättenbuchführung für moderne Fabrikbetriebe. Von Dipl.-Ing. C. M. Lewin. 2. verb. Aufl. V und 152 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 10 M.

Die Regierungsvorlage für das Gesetz über die Elektrizitätswirtschaft in Österreich. Aufsatz in „Recht und Wirtschaft", Heft 8/9 1918. Von Dr. Br. Thierbach. Carl Heymanns Verlag. Berlin.

[Eine überaus klare Besprechung der Regierungsvorlage für das Gesetz über die Elektrizitätswirtschaft in Österreich.]

Berufsschutz und „Freie Bahn den Tüchtigen". Zeitgemäße Betrachtungen zur Berufswahl für Ingenieure. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Riedler. 44 S. in 8°. Verlag von M Krayn. Berlin 1918. Preis 1,50 M.

Das neue Umsatzsteuergesetz vom 26. Juli 1918 nebst Luxussteuer und Ausführungsbestimmungen. Für den praktischen Gebrauch ausführlich erläutert von Dr. jur. Fritz Koppe, Rechtsanwalt, Berlin und Dr. rer pol. Paul Varnhagen, Berlin. Mit Anmerkungen, Beispielen, Buchführungsschema und Sachregister. 6. Aufl. des „Gesetzes über einen Warenumsatzstempel" der gleichen Autoren. XVI und 398 S. in 16°. Industrieverlag Spaeth & Linde. Berlin 1918. Preis geb. 6,60 M + 10% T. Z.

Kriegssteuergesetze 1918. Außerordentliche Kriegsabgabe der Einzelpersonen und Gesellschaften. — Umsatzsteuer und Luxussteuer. — Steuerflucht. — Errichtung eines Reichsfinanzhofes. — Neuer Posttarif. — Neuer Wechselstempeltarif. 64 S in 16°. Verlag von L. Schwarz & Co. Berlin 1918. Preis 1,40 M.

Praktikum der quantitativen anorganischen Analyse. Von A. Stock und A. Stähler. 2. veränd. Aufl. Mit 36 Abb. X und 144 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 7,60 M.

Neue Zeitschriften.

Archiv für Elektrotechnik, Bd. 7, 1918. Heft 2, enthält folgende Arbeiten: W. Rogowski, Spulen und Wanderwellen III; W. Rogowski, Ergänzung der Erwärmungsvorschriften; H. Schering, Zum Diagramm des Stromwandlers.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Elektrotechnische Fabrik Rheydt Max Schorch & Co. A. G., Rheydt[1]). Nach dem Bericht über das am 30. VI. 1918 abgelaufene 20. Geschäftsjahr betrug der Geschäftsgewinn 1,498 Mill. M (0,983 i.V.). Hiervon werden 0,180 Mill. M (0,221 i.V.) abgeschrieben, 0,3 Mill. M (0,1 i.V.) für Beamtenruhegehälter usw. und 0,5 Mill. M (0 i.V.) für Übergangswirtschaft zurückgelegt. Die Dividende beträgt 20% auf 2,625 Mill. M (15% i.V.), vorgetragen werden 0,418 Mill. M. In der mit 13,892 Mill. M abschließenden Bilanz (11,227 i.V.) stehen zu Buch Immobilien mit 1 Mill. M (1,130 i.V.), Maschinen, Werkzeuge, Bureau-, Magazineinrichtungen und Modelle mit je 1 M (wie i.V.), Beteiligungen und Effekten mit 6,374 Mill. M (3,993 i.V.), Waren und Fabrikate mit 2,132 Mill. M (3,838 i.V.), Wechsel und Kasse mit 34 711 M (8807 i.V.). Schuldnern mit 4,352 Mill. M (2,257 i.V.) stehen gegenüber Gläubiger mit 6,383 Mill. M (4,914 i.V.).

Städtisches Betriebsamt Bielefeld[2]). Nach dem Bericht über das 18. Rechnungsjahr 1917/18 des Elektrizitätswerks stieg die Stromerzeugung von 11,369 auf 13,012 Mill. kWh, der Anschlußwert von 15 035 auf 16 161 kW. Die Gesamteinnahmen betrugen 1,382 Mill. M (1,119 i.V.). Einnahmen von 13,83 Pf für die bezahlte kWh (12,88 i.V.) standen 7,71 Pf Ausgaben (4,67 i.V.) gegenüber. Der Betriebsüberschuß betrug 0,612 Mill. M (0,713 i.V.).

In dem 17. Betriebsjahr der Straßenbahn wurden 8,721 Mill. Fahrgäste (6,953 i.V.) befördert und 1,561 Mill. Trieb- und Anhängewagenkm (1,591 i.V.) gefahren, d. h. 0,103 bzw. 0,104 Mill. für das km Bahnlänge; auf 1 Wagenkm entfielen 5,6 Fahrgäste (4,4 i.V.). Die Betriebseinnahmen betrugen 0,930 Mill. M (0,671 i.V.) und 59,5 Pf für 1 Wagenkm (42,2 i.V.), die Ausgaben 0,636 Mill. M (0,461 i.V.) oder 40,6 Pf für das Wagenkm (29,0 i.V.). Der Betriebsüberschuß stellte sich auf 0,301 Mill. M (0,224 i.V.), der Betriebskoeffizient auf 67,8% (68,7 i.V.).

Brown Boveri & Cie A. G., Baden[3]). Nach dem Bericht über das am 31. III. 1918 endende 18. Geschäftsjahr 1917/18 betrug der Fabrikationsgewinn 8,827 Mill. M (6,248 i.V.), der Gesamtgewinn 11,050 Mill. M (8,321 i.V.). Die Generalunkosten betrugen 1,659 Mill. M (1,250 i.V.), Reparaturen 0,461 Mill. M (0,357 i.V.), Obligationszinsen 1,127 Mill. M (1,046 i.V.), Abschreibungen 3,428 Mill. M (2,569 i.V.). Der Reingewinn einschl. Vortrag stellt sich auf 4,375 Mill. M (3,099 i.V.). Hiervon werden 0,5 Mill. M (0,2 i.V.) dem Reservefonds zugeführt, 9% Dividende auf 32 Mill. M (7% i.V.) und für ½ Jahr auf 4 Mill. M gezahlt, 0,211 Mill. M erhält der Verwaltungsrat (0,140 i.V.) 0,5 Mill. M (0,450 i.V.) werden für Gratifikationen und Arbeiterunterstützung verwendet und 0,104 Mill. M vorgetragen (0,069 i.V.). In der mit 107,813 Mill. M (93,745 i.V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch Grundstücke und Gebäude mit 8,614 Mlll. M (8,113 i.V.), Materialien, Fabrikate und Anlagen mit 40,548 Mill. M (29,123 i.V.), Kasse und Wechsel mit 0,169 Mill. M (0,149 i.V.), Effekten und Beteiligungen mit 25,231 Mill. M (26,503 i.V.), Bankguthaben mit 13,910 Mill. M (13,830 i.V.), Tochtergesellschaften mit 10,571 Mill. M (7,913 i.V.). Schuldnern mit 8,770 Mill. M (8,113 i.V.) stehen gegenüber Gläubiger mit 29,017 Mill. M (22,617 i.V.) und Tochtergesellschaften mit 7,851 Mill. M (4,365 i.V.). -z.

Dividenden. Elektrotechnische Fabrik Rheydt Max Schorch & Cie. A. G., Rheydt: 20% (10 i.V.) auf 2,625 Mill. M. — Oberrheinische Kraftwerke A. G., Mülhausen i. E.: 3% (0 i.V.) auf 20 Mill. M.

Außenhandel.

Der Außenhandel der Vereinigten Staaten im März 1918[4]).

Aus der folgenden Zahlentafel sind die Ausfuhrwerte für elektrotechnische Fabrikate für März 1917 und 1918 sowie für Zeiträume von 9 Monaten, endend mit März, zusammengestellt. Die Monatsausfuhr erniedrigte sich um rd 1% auf 5,148 Mill. $, während das Ergebnis der letzten 9 Monate um etwa 8% auf 39,9 Mill $ gestiegen ist. Erhöht man die Ausfuhrzahl des ganzen Jahres 1917 um diesen Prozentsatz, so erhält man für 1918 eine voraussichtliche Ausfuhrziffer von etwa 60 Mill. $. Die amerikanische Quelle rechnet indessen wegen der inzwischen erlassenen Ausfuhrverbote und Beschränkungen nur mit 40 bis 50 Mill. $, einem Wert, der unterhalb der Ziffer für 1917 liegen würde. Erhebliche Steigerungen der Ausfuhr im März zeigen Elektromotoren, Ventilatoren und Fernsprechapparate.

Zahlentafel 1. Ausfuhr der Vereinigten Staaten.

Gegenstand	1000 Dollar			
	März		9 Monate bis März	
	1917	1918	1917	1918
Batterien	381	289	2 150	2 502
Stromerzeuger	133	269	1 877	1 805
Elektromotoren	573	785	4 175	4 943
Transformatoren	116	95	857	1 400
Ventilatoren	18	66	273	425
Isolierte Drähte u. Kabel	720	536	5 277	4 575
Installationsmaterial u. Beleuchtungskörper	81	130	777	1 117
Schalter und Zubehör	?	222	?	1 729
Kohlen	?	182	?	1 161
Bogenlampen	4	2	12	10
Kohlenfadenlampen	13	9	109	126
Metallfadenlampen	177	237	1 225	2 120
Meßgeräte	100	125	781	1 066
Telegraphenapparate einschl drahtloser	136	15	327	214
Fernsprechapparate	152	368	1 307	1 867
Heiz- u. Kochapparate	?	31	?	397
Zündapparate	?	318	?	2 000
Widerstände und Kontroller	?	29	?	145
Sonstiges	2 598	1 437	17 845	11 712
Ausfuhr elektrischer Fabrikate insgesamt Mill Doll	5,199	5,148	36,992	39,922
Für das ganze Kalenderjahr . . . Mill. Doll.	—	—	55,478	rd 60,0*

* Geschätzt.

Firmenverzeichnis.

„Ariadne", Draht- und Kabelwerke A. G., Wien. So lautet jetzt der Name der Tochterunternehmung der im Besitz der Fabrik isolierter Drähte zu elektrischen Zwecken (vorm. C. J. Vogel) Telegraphendraht-Fabrik A. G., Berlin, befindlichen „Ariadne" G. m. b. H., Fabrik isolierter Drähte, Berlin. Aktienkapital: 3 Mill. K.

Änderungen in der Verwaltung. Oberrheinische Kraftwerke A. G., Mülhausen i. E. Neu in den Aufsichtsrat gewählt: J. Wick. — Elektrotechnische Fabrik Max Schorch & Co. A. G., Rheydt: L. Josten. — Elektricitäts-A. G. vorm. H. Poege, Chemnitz. Aus dem Vorstand geschieden: Dr.-Ing. W. Linke (†). — Elektrizitätswerk und Straßenbahn A. G, Landsberg a. W. Aus dem Vorstand geschieden: J. Claus, Dr. P. Steiner. In den Vorstand berufen: Direktor Brandt. — „Siemens" Elektrische Betriebe A. G., Berlin. In den Vorstand berufen: A. Teschemacher.

Schweden Unter dem Namen „Allmänna Telefon A. B. L. M. Ericsson"[1]) ist der Zusammenschluß der beiden Firmen L. M. Ericsson und Allmänna Telefon erfolgt. Das Kapital beträgt 61,4 Mill. Kr, wovon auf die erstgenannte 27,2, auf die zweite 34,2 Mill. Kr entfallen. — Die Svenska Akkumulator A. B. Jungner, Stockholm, hat die Aktienmajorität der im Jahre 1914 gegründeten Svenska A. B. Logg, Stockholm (Erfindungen auf nautischem Gebiet) erworben. — In Helsingborg wurde eine Gesellschaft für mechanische und elektromechanische Industrie mit einem Aktienkapital von 3 Mill. Kr gegründet. Zwischen den Gründern: A. B. Svenska Finanzinstitutet, S. Malmberg, R. Trägardh, L. L. La Cour, Arvid Lieppe und John Olsson und Helsingborgs järn och lerkärlsfabriks A. B. ist ein Abkommen getroffen worden, nach welchem sämtliche Fabriken der letztgenannten Firma von der neuen Gesellschaft übernommen werden.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 252 und 292.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 17. Wer liefert Ersatz für Marmortafeln 20×50 und 30×60 cm?

Frage 18. Wer liefert elektrische Christbaumgarnituren Nr. 250 B. S. V. mit Papierhülsen als Lampenträger und kleinen Leitungskupplungen?

Abschluß des Heftes: 5. Oktober 1918.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 304.
[2]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1918, S. 80.
[3]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1917, S. 612.
[4]) Nach „Electrical World", Bd. 72, S. 1032. Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 320.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. O. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 17. Oktober 1918.** **Heft 42.**

Nachzahlung für den im Elektrizitätszähler zu wenig gezeigten und daher zu wenig berechneten Strom.

Von Rechtsanwalt Dr. Cantor, Karlsruhe.

Übersicht. **Wesen und Neues der Arbeit. I. Regelmäßig sind Strombelieferungsverträge, welche über zu wenig gezählten Strom klare Bestimmungen enthalten, vertraglich bindend, und Erörterung hierüber. II. Prüfung des Rechtscharakters des Stromverbrauchsvertrags an Hand der Rechtsprechung und Rechtslehre. III. Ergebnis dieser Prüfung: Bei jeden in Betracht kommenden Rechtscharakter ist Nachzahlungspflicht begründet. Frage der Verjährung und der Beweislast erörtert. IV. Schlußergebnis: Nachzahlungspflicht ist unbestreitbar.**

Das Wesen und Neue der Arbeit besteht in der Zusammenfassung eingehendster Darlegung aller dieser Untersuchung in knappestmöglicher Aufsatzform.

I. Die Strombelieferung eines Elektrizitätswerkes an seine Abnehmer geschieht regelmäßig auf Grund schriftlicher Stromlieferungsverträge. Durch Zählerfehler falsch angezeigter Stromverbrauch ist gewöhnlich in den Verträgen hinsichtlich seiner Behandlung in besonderen Bestimmungen geregelt. Eine gewisse kleine Fehlergrenze ist gesetzlich in den Bestimmungen zur Ausführung des Gesetzes betreffend die elektrischen Maßeinheiten[1]) zugelassen (RGBl. 1901, S. 127). Hinsichtlich stärkerer Fehler enthält beispielsweise die Strombezugsordnung des Städt. Elektrizitätswerks Karlsruhe folgende klare Bestimmung:

§ 14. Wenn ein Zähler den Stromverbrauch gar nicht oder über die zulässige Fehlergrenze hinaus unrichtig angezeigt hat, so wird der Verbrauch für die Dauer der Störung vom Elektrzitätswerk geschätzt. Der Abnehmer muß die Schätzung gegen sich gelten lassen, soweit er deren Unrichtigkeit nicht nachweist.

Als Anhaltspunkt für die Schätzung dienen besonders der Verbrauch im gleichen Zeitraum des Vorjahres, der Verbrauch in den der Störung unmittelbar vorhergehenden oder nachfolgenden Zeitabschnitten, der Umfang der Einrichtung, die Lampenzahl und deren Brenndauer, die Zahl und Art der Motoren und deren Benutzungsdauer und dergleichen.

Wenn nicht ein anderes nachgewiesen wird, wird angenommen, daß die Mangelhaftigkeit des Zählers unmittelbar nach der letzten Feststellung des Stromverbrauchs eingetreten ist.

Wo eine Strombezugsordnung, welcher sich vertragsmäßig jeder Strombezieher unterwirft, oder ein spezieller Stromlieferungsvertrag eine derartige oder inhaltlich übereinstimmende Bestimmung enthält, wie den oben zitierten § 14 der Karlsruher Strombezugsordnung, ist diese Bestimmung zweifelsfrei rechtswirksam und bindend. Auf Grund derselben kann nicht gezählter Stromverbrauch nachberechnet werden.

Eine rechtliche Nachprüfung des Rechtscharakters des Strombezugsvertrags erübrigt sich bei derartig ausdrücklicher Bestimmung in demselben. Denn sogar ohne solche Bestimmung ist ein Anspruch auf Nachzahlung nicht gezählten aber verbrauchten Stromes begründet. Dieser Anspruch wird allseitig als begründet anerkannt werden müssen, trotz geteilter Auffassung über den Rechtscharakter des Strombezugsvertrags, nämlich bei jeder möglichen Auffassung des Rechtscharakters des Stromverbrauchsvertrags.

II. Bei Prüfung des Rechtscharakters des Stromverbrauchs, insbesondere des Stromverbrauchsvertrags, ist für die rechtliche Beurteilung von durchschlagender Bedeutung die Frage: Kann der elektrische Strom nach dem Stand der Wissenschaft als bewegliche Sache betrachtet, oder kann er nach Maßgabe seiner wissenschaftlichen Betrachtung rechtlich der beweglichen Sache gleichgestellt werden?

Eine ältere, später überholte Entscheidung des Reichsgerichts bejahte diese Frage in einem Urteile, bei welchem es sich darum handelte, ob der elektrische Strom Gegenstand eines stempelpflichtigen Lieferungsvertrags sein könne, und ob und welche Stempeltarifstelle zur Anwendung komme (R.G. IV. Ziv.-Sen. vom 10. III. 1887, RGZ. Bd. 17, 269 ff.).

Auch das OLG. München behandelte in einer Strafsache Entwendung elektrischen Stromes als Sachdiebstahl (OLG. München vom 15. I. 1895, D. Jur.-Ztg. 96, 40).

Das Reichsgericht verwarf jedoch am 20. X. 96 Revision gegen ein freisprechendes Urteil. Dieses hatte den Tatbestand des Diebstahls bei Entwendung elektrischen Stromes nicht angenommen, weil der elektrische Strom nach dem Stand der Wissenschaft nicht als bewegliche Sache betrachtet werden könne. Das Reichsgericht erklärte diese tatsächliche Feststellung des Untergerichts als irrevisibel (R.G. Str. 29, 111). Weitergehend verneinte in einem Strafurteil vom 1. V. 1899 bei Entwendung elektrischen Stromes das Reichsgericht sowohl den Tatbestand des Diebstahls wie der Sachbeschädigung wie des Betrugs mit der Begründung: Die Körperlichkeit des elektrischen Stromes könne nach dem Stande der Wissenschaft z. Zt. keineswegs positiv festgestellt werden. Dabei war inzwischen das Reichsgesetz betr. die elektrischen Maßeinheiten vom 1. VI. 1898 erschienen. In demselben sind in §§ 1, 3 Bestimmungen über die Maßeinheit der elektrischen Stromstärke und im § 5 über die Bezeichnung für die Einheiten der Elektrizitätsmenge getroffen.

Nach Anschauung der Naturwissenschaft war aber gleichwohl die Elektrizität nicht als etwas Gegenständliches, sondern als eine Kraft anzusehen. Dieser Standpunkt ist auch später in der Entscheidung des Reichsgerichts vom 5. II. 1904 betr. Stempelsteuerpflicht für Lieferungsverträge über elektrischen Strom noch berücksichtigt (R. G. Z. 56, 409), obwohl diese Entscheidung gerade zum Ergebnis gelangt, daß der Liefervertrag über elektrische Kraft gleichwohl ebenso stempelpflichtig ist, wie Warenlieferverträge.

Nun griff hinsichtlich der deliktischen Entwendung elektrischen Stromes die Reichsgesetzgebung ein. Es wurde, alle Zweifel beseitigend, das Reichsgesetz vom 6. IV. 1900 betr. Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit erlassen, u. zw. schützt dieses Gesetz gegen Stromentwendung in der Absicht rechtswidriger Zueignung auf Seiten des Täters, wie in der Absicht des Täters, dem anderen rechtswidrig Schaden zuzufügen.

Die zivilrechtliche Seite des Stromlieferungsvertrags ist aber dadurch nicht berührt, geschweige denn geregelt.

Es blieb die Frage umstritten: Welcher Rechtscharakter kommt der Elektrizität zu?

Pfleghart, „Elektrizität als Rechtsobjekt", S. 291 ff., will bei einem Vertrag über Gewährung elektrischer Kraft Analogie der Sachmieter angewendet wissen.

Ennecerus, „Lehrbuch des deutschen Rechts", S. 370, S. 947, stellt sich auf den Rechtsstandpunkt:

a) Übernahme bestimmter elektrischer Beleuchtung von bestimmten Gebäuden, Räumen, Straßen usw. ist zweifellos Werkvertrag.

b) Ein Vertrag lediglich über Gewährung elektrischer Kraft ist weder

Werksvertrag, weil kein bestimmter Erfolg vereinbart ist, noch

Dienstvertrag, weil keine Arbeitsleistung versprochen ist, noch

Miete, weil kein Sachgebrauch gewährt ist, und auch deshalb nicht, weil das wirklich Gewährte (die Kraft) verbraucht wird, noch

Kauf, weil die elektrische Kraft und der elektrische Strom keine Sache ist.

Der Vertrag fällt unter keinen der im BGB. behandelten Vertragstypen. Er wird aber vorwiegend nach Analogie des Kaufs zu behandeln sein.

Nach meiner rechtlich-wirtschaftlichen Auffassung wird ein Vertrag nach b) fast immer einer praktischen Auslegung fähig sein, die ihn zu einem Vertrage nach a) stempelt. Steht auch im Strombezugsvertrag nicht ausdrücklich, vielleicht hier und da einmal, für welche Funktion (Beleuchtung, Kraft usw.) der elektrische Strom geliefert wird und für welche Räume, so ist das doch jeweils aus der Anlage für jeden Fachmann ohne weiteres ersichtlich.[1]) Ich kann mir also praktisch überhaupt keinen in Benutzung befindlichen Stromverbrauchsvertrag denken, als einen solchen unter a), also mit dem Rechtscharakter des Werkvertrags.

Dieser Auffassung pflichten auch offensichtlich die maßgebenden Kommentare zum BGB. bei, insbesondere nachdem das Reichsgericht in einer Entscheidung vom 16. XII. 1907 sich mit Rücksicht auf die Frage der Unfallhaftpflicht eines Elektrizitätswerkes dahin ausgesprochen hat:

„Im elektrischen Strom wird ein Erzeugnis gewonnen, das nach den herrschenden Anschauungen kein Körper, aber gleichwohl für den wirtschaftlichen Güteraustausch geeignet ist, indem er in ähnlicher Weise wie flüssige und gasförmige Stoffe, entweder in besonderen transportablen Gefäßen (Akkumulatoren) oder, was durchaus überwiegt, durch feste Leitungsanlagen, die den Strom Zwecken brauchen, in einer ihren Bedürfnissen zu Trieb-, Beleuchtungs- oder sonstigen entsprechenden Menge und Stärke gemessen, nach einem gesetzlich besonders geregelten Maßsystem zugeführt und von ihnen durch den ordnungsmäßigen Gebrauch verbraucht wird. Die Besonderheit, die diesem wirtschaftlichen Gute, das tatsächlich der Gegenstand zahlloser Lieferungsverträge ist und im Ver-

[1]) Gesetz betr. Maßeinheiten vom 1. VI. 1898 (R.G.Bl. 1898, S. 905). Hierher käme § 6 dieses Gesetzes in Frage.

[1]) Dies gilt meines Erachtens auch praktisch meist bei Akkumulatorenvertrieb. Der Bestimmungsort und das Benutzungsziel steht auch da wohl immer fest.

Digitized by Google

kehr durchaus als eine Ware behandelt wird, verglichen mit anderen Erzeugnissen gewerblicher Arbeit, in physikalischer Beziehung zukommt, rechtfertigt es keineswegs, den Anstalten, in denen er gewerbsmäßig erzeugt wird, den Charakter einer Fabrik im Sinne unserer Gesetze, insbesondere des § 2 des Haftpflichtgesetzes abzusprechen." (R.G.Z. 67, 232.)

Im Staudingerschen Kommentare zum BGB. finden sich folgende Rechtsdarlegungen:

Ist die elektrische Energie ein Stück raumerfüllender Materie, so ist sie körperlicher Gegenstand. Ist Elektrizität kein Stoff irgend welcher Art, sondern nur eine Kraft oder ein Zustand, in den gewisse Gegenstände durch technische Manipulationen versetzt werden, so muß ihre Sacheigenschaft verneint werden (§ 90 Anm. 1).

Wenn ein durch Elektrizität herzustellender Erfolg den Gegenstand des Vertrages bildet (was z. B. gewöhnlich bei der elektrischen Beleuchtung eines Hauses im Anschluß an ein Elektrizitätswerk zutreffen wird), so wird für die Regel ein Werkvertrag im Sinne des § 631 BGB. anzunehmen sein (§ 581 Anm. I, 4a).

Verträge über Lieferung elektrischer Ströme werden der Regel nach als Werkverträge zu gelten haben (wenn man die elektrische Energie nicht als Sache auffaßt).

Die Zentrale stellt durch ihre Tätigkeit in den Leitungen und Apparaten des Abnehmers einen Bewegungszustand der Ätherteilchen zu entsprechender vertragsmäßiger Benutzung. Die Lieferung der Energie als solche bildet den Gegenstand des Vertrags, nicht die Energie selbst, die weder Sache noch Recht ist.

Bei der Eigenart der Energieverträge ist deren Unterstellung unter eine der normalen Vertragstypen ohnedies nur ein Notbehelf mangels einer näheren gesetzlichen Regelung. Es empfiehlt sich in der Praxis, die Vertragsverhältnisse möglichst eingehend zu regeln (Vorbemerkung 10 vor § 631 BGB.).

Im Kommentar der Reichsgerichtsräte zum BGB. sind folgende Rechtsdarlegungen:

Elektrizitätsvertrag wird als Werkvertrag aufzufassen sein, da Elektrizität keine Sache im Sinne des BGB. ist, weil sie als Stoff von der Naturwissenschaft bisher nicht anerkannt worden ist (R.G. 17, 271; 56, 409; 67, 232; R.G.Str. 32, 165)[1]) (§ 90 Anm. 2.)

Anwendbar sind die Vorschriften über den Kauf bei der entgeltlichen Überlassung von verbrauchbaren Sachen (Gas und Wasser); dagegen weder Kauf noch Miete bei Überlassung von Arbeitskräften, wie Dampfkraft, Elektrizität, deren Überlassung, da es sich dabei nicht um Sachen im Sinne des § 90 BGB. handelt, sich als Werkverdingung oder auch als Pacht des Rechtes auf Naturkraft darstellen kann. (Vorbemerkung Anm. 2 vor § 535.)

III. Aus dieser Judikatur und Literatur ergibt sich, daß bei jedweder irgend denkbaren rechtlichen Auffassungsweise des Elektrizitätsliefervertrages die Nachzahlungspflicht des Abnehmers für verbrauchten Strom bejaht werden muß.

1. Bei bezüglicher Vertragsbestimmung kann kein Zweifel bestehen, wie oben unter I dargelegt.

2. Ohne bezügliche Vertragsbestimmung sind folgende Rechtsmöglichkeiten gegeben:

a) Auffassung des Vertrages als Werkvertrag, welche nach meinen Darlegungen und der wiedergegebenen Judikatur und Literatur, die zutreffende sein dürfte, führt zu dem Ergebnis:

Nach § 631 Abs. 1 BGB. ist der Besteller zur Entrichtung der vereinbarten Vergütung verpflichtet. Diese besteht und muß bestehen nach dem Gesetze betreffend die elektrischen Maßeinheiten vom 1. VI. 1898 und den Ausführungsbestimmungen dazu in einem für an den Besteller gelieferten elektrische Maßeinheit zu zahlenden vereinbarten Preise.

Es kommt also vorbehaltlich der gesetzlich vorgesehenen Fehlergrenze nur auf den Nachweis an, wie viele elektrische Maßeinheiten dem Besteller geliefert sind. Hat der zur Feststellung dieses Nachweises dienende Zähler falsch gezählt, so ist zweifelsfrei der dadurch benachteiligte Vertragsteilhaber berechtigt, die richtige Zahlung zu verlangen. Ihn trifft lediglich die Beweispflicht. Der Lieferant kann bei Minderzählungsnachweis Nachzahlung beanspruchen, der Abnehmer bei Übermäßigkeitszählungsnachweis Rückzahlung des zuviel bezahlten Betrages.

Es handelt sich namentlich bei dem Nachzahlungsanspruch, aber auch bei dem Rückforderungsanspruch des Bestellers meines Erachtens um einen reinen Zahlungsanspruch, nicht um einen Wandelungs-, Minderungs-, Mängelbehebungs- oder Schadensersatzanspruch, der nach § 638 BGB.; der in 6 Monaten verjähren könnte.

Vielmehr dürfte zwei- bzw. gegenüber gewerbetreibenden Stromabnehmern vierjährige Verjährung des § 196 Abs. 1 Ziff. 1, in Verbindung mit § 196 Abs. 2 BGB. Platz greifen. Beachtlich ist z. Zt. die derzeitige Aufhebung der Verjährung durch Kriegsverordnungen, welche den Eintritt dieser kurzfristigen Verjährung am 31. XII. 1914, 1915, 1916 und 1917 ausgeschlossen haben.

b) Auffassung als Pachtvertrag im Wege der Verpachtung des Rechtes auf Naturkraft.

Der Pächter hat den Pachtzins zu bezahlen für Benutzung der elektrischen Anlage in Höhe der ihm gelieferten elektrischen Kraft, berechnet nach den gesetzlich vorgeschriebenen Maßeinheiten.

Ergibt der Zähler zuviel oder zu wenig Maßeinheiten, so ist Nachforderung des Verpächters, Rückforderung des Pächters durch keine Gesetzesvorschrift gehemmt.

Beweislast liegt wie bei a).

Ob die Verjährungsfrist des § 197 BGB. mit 4 Jahren oder die des § 196 Abs. 16 BGB. mit 2 Jahren für die Nachzahlungspachtansprüche in Betracht kommt, scheint mir nicht ganz unzweifelhaft. Da § 196 Abs. 1 6 sich nur auf Vermietung beweglicher Sachen bezieht und das Recht auf Naturkraft darunter nicht fallen dürfte und nicht analog, so scheint mir 4-jährige Verjährungsfrist zutreffend. Die Kriegsverordnungen stehen ihr auch hier z. Zt. entgegen.

c) Auffassung als Liefervertrag analog dem Sachverkauf, da auch die Rechtsauffassung sich rechtfertigen läßt, daß Verpachtung verbrauchbarer Sachen als Kaufvertrag zu behandeln sei. Der Kaufpreis ist nach Einheitsmaßen der verbrauchten gelieferten Kraft bemessen. Folgeweise ergibt sich der Nachforderungsanspruch des Verkäufers bei Minderzahlung, Rückforderungsanspruch der Abnehmer bei Bezahlung nicht gelieferter Kraft.

Beweispflicht identisch wie zu a) und b), Verjährung wie bei a).

d) Andere Auffassung wie bei

Dienstvertrag oder
Sachmiete

halte ich nach den Darlegungen in der Literatur wie Rechtsprechung für ausgeschlossen.

IV. Das Ergebnis ist also:

Nachzahlung mehr gelieferten elektrischen Stromes, als der Zähler anzeigte, über die gesetzliche Fehlergrenze hinaus, kann unter allen Umständen verlangt werden, von jeder irgend denkbaren Rechtsauffassung des Liefervertrags ausgehend, mag derselbe bezügliche Bestimmungen enthalten oder nicht.

[1]) Diese Reichsgerichtsentscheidungen sind von mir schon vorstehend eingehend behandelt.

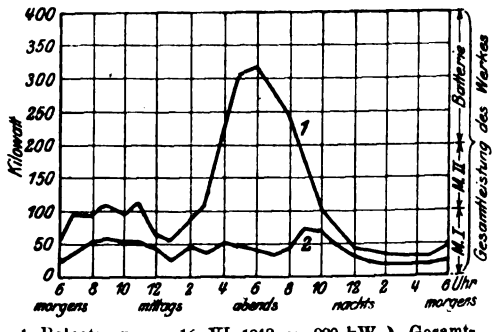
Die Großgleichrichter-Anlage im städtischen Elektrizitätswerk zu Hirschberg i. Schlesien.

Von Betriebsleiter **Johannes Obach**, Hirschberg.

Übersicht. **Es werden die Gründe für die Anschaffung einer Großgleichrichter-Anlage für die Stadt Hirschberg i. Schlesien klargelegt, die Anlage des 3-zylindrigen Gleichrichters für 750 kW Leistung beschrieben, und die Ergebnisse des ersten Betriebsjahres, hinsichtlich der Wartung, des Verschleißes und des Wirkungsgrades, mitgeteilt. Das Betriebsergebnis am Schluß ergibt eine wesentliche Ersparnis gegenüber den rotierenden Umformern. Der relativ niedrige Anschaffungspreis, geringe Wartung und Verschleiß, hauptsächlich aber der hohe Wirkungsgrad und die daraus folgende Stromersparnis, sind die günstigsten Vorzeichen für eine gute Zukunft der Großgleichrichter.**

1. Wirtschaftliche Gründe für die Anschaffung einer Gleichrichteranlage.

Die Stadt Hirschberg i. Schles. bezieht vom Elektrizitätswerk des Provinzialverbandes von Schlesien Drehstrom von 10 000 V Spannung, den es im eigenen Werk in Gleichstrom von 2 × 220 V umformt. Die beiden bisher vorhandenen rotierenden Umformer von je 100 kW Leistung haben bei Vollbelastung einen Wirkungsgrad von 85%. Bei ¼ Belastung rd 65%. Da in den Tagesstunden nur kleinere Kraftabnehmer Strom beziehen, so war nur eine Maschine zur Hälfte und weniger belastet. Dagegen reichten beide Maschinen für die Abendbelastung im Winterhalbjahr nicht aus. Die niedrigste Belastung eines Wochentages am 16. VI. und die höchste Belastung eines Wochentages am 17. XII. 1913 sind in Abb. 1



1 Belastung am 16. VI. 1913 = 920 kW } Gesamtabgabe
2 „ am 17. XII. 1913 = 2710 „ }

Abb. 1. Belastungskurven.

dargestellt. Zur Deckung der Spitzenbelastung im Winterhalbjahr mußte die Akkumulatorenbatterie (1300 Ah) mit zur Stromlieferung herangezogen werden.

Infolge der geringen Belastung der Maschinen in den Tagesstunden betrug der durchschnittliche Wirkungsgrad nur etwa 75%. Diese Umformungsverluste trug das Elektrizitätswerk des Provinzialverbandes von Schlesien.

Durch die fortwährende Aufladung und Entladung der Batterie entstanden aber auch dem Städtischen Elektrizitätswerk noch sehr hohe Verluste.

Im Verwaltungsjahr 1913 z. B. wurden vom Provinzial-Elektrizitätswerk 533 760 kWh Gleichstrom geliefert und 430 710 kWh Gleichstrom für Licht und Kraft, laut Zählerablesungen, abgegeben. Die Verluste des Städt. Elektrizitätswerkes in der Batterie, im Kabelnetz und in den Zählern betrugen somit rd 19,5%.

Digitized by Google

Die Gesamtverluste, also einschließlich der Umformungsverluste, betrugen somit rd 45%.

Einerseits wurde also der zugeführte Drehstrom auf der Gleichstromseite gemessen und bezahlt, u. zw. für die ersten 300 000 kWh 8,25 Pf/kWh und für jede weitere kWh 7 Pf. Der Preis von 8,25 bzw. 7 Pf war deshalb so hoch bemessen, weil das Provinzial-Elektrizitätswerk die Umformungsverluste zu tragen hatte. Wären die Umformerverluste geringer gewesen, so wäre auch der Strompreis niedriger bemessen worden.

Anderseits litt die Wirtschaftlichkeit des Werkes selbst sehr unter den Batterieverlusten, da die Batterie die Spitzenleistung decken mußte und nicht bloß zum Ausgleich diente, oder als Aushilfe bei vorübergehenden Betriebsstörungen im Drehstromnetz.

So lagen die Verhältnisse im Jahre 1918, als man sich wegen der ständig zunehmenden Belastung des Werkes darüber schlüssig werden mußte, in welcher Weise die Leistungsfähigkeit des Werkes vergrößert werden sollte. Da tauchte zunächst die Frage auf, ob man nicht auf die Umformung des Drehstromes in Gleichstrom verzichten und einfach durch Aufstellung einer genügenden Anzahl von Transformatoren in der Stadt die ausreichende Versorgung mit elektrischer Energie sichern sollte. Dieser Weg erwies sich jedoch sehr rasch als völlig ungangbar. Denn da bekanntlich die in den Straßen, für jeden Pol einzeln verlegten Gleichstromkabel für Drehstrom unverwendbar sind, hätte zunächst ein ganz neues Drehstromnetz verlegt werden müssen. Zu diesen außerordentlich hohen Kosten für das neue Netz wären aber auch noch die Kosten für Dreh- bzw. Wechselstromzähler gekommen, sowie die Kosten der Auswechselung der bei den Kunden vorhandenen Motoren. Auch hätte man natürlich auf den Vorteil der Batterie bei vorübergehenden Betriebsstörungen im Hochspannungsnetz verzichten müssen, ganz zu schweigen von kleineren Vorteilen des Gleichstromes für Bogenlampen, Röntgenlaboratorien, Projektionslampen usw. Der Übergang von Gleichstrom auf Drehstrom konnte also für Hirschberg ebensowenig in Frage kommen, wie für andere Städte mit unterirdisch verlegten Kabeln, wie Frankfurt, Erfurt, Berlin, München, Breslau u. a.

Es blieb also nur der Ausweg, die Maschinenleistung des Werkes zu vergrößern. Man plante also die Aufstellung eines dritten rotierenden Umformers für 500 kW Leistung. Dadurch wäre zunächst eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit dadurch eingetreten, daß die Batterieverluste wesentlich verringert worden wären, da diese nicht mehr zur Deckung der Spitzenbelastung, sondern nur noch zum Spannungsausgleich in den beiden Netzhälften und als Aushilfe bei Betriebsstörungen im Drehstromnetz benutzt worden wären.

Für diesen dritten Umformer kam in Frage, entweder ein Motorgenerator mit Drehstrom-Anwurfsmotor, für asynchronen Anlauf, oder ein Einankerumformer für asynchronen Anlauf.

Die Wahl der Umformer mit asynchronem Anlauf wurde deshalb in Vorschlag gebracht, weil es bei den vorhandenen kleinen, synchronen Umformern von je 100 kW Leistung wiederholt vorgekommen ist, daß beim Versagen der zugeführten Hochspannung und bei hoher Belastung, die Akkumulatorenbatterie derartig in Anspruch genommen wurde und soweit entladen war, daß sie bei der Inbetriebnahme der Umformer nicht mehr die erforderliche Spannung besaß, um die Umformer ohne Abschalten des Netzes auf die erforderliche Umdrehungszahl zu bringen. Bei der Wahl mit Umformern für asynchronen Anlauf, wäre man in der Lage gewesen, den Umformer auch ohne Zuhilfenahme der Batterie in Betrieb zu nehmen. Auch wäre die Betriebssicherheit eine größere geworden, indem man das Netz für die Inbetriebnahme, bei der entladenen Batterie, nicht abzuschalten brauchte.

Da nun der Einankerumformer gegenüber einem Motorgenerator einen bedeutend höheren Wirkungsgrad besitzt, etwa 90 bis 91%, so wurde bei dem Elektrizitätswerk des Provinzialverbandes von Schlesien die Genehmigung zur Aufstellung eines Einankerumformers für asynchronen Anlauf, nachgesucht. Dieser Antrag wurde jedoch von dem obigen Elektrizitätswerk aus verschiedenen Gründen nicht bedingungslos anerkannt. Es empfahl vielmehr die Aufstellung eines weiteren Synchron-Motorgenerators, mit Drehstrom-Anwurfsmotor.

Mit dem letzten Vorschlag war jedoch die Stadt nicht einverstanden wegen des schlechteren Wirkungsgrades bei verschiedenen Belastungen und wegen der Platzfrage. Wie aus

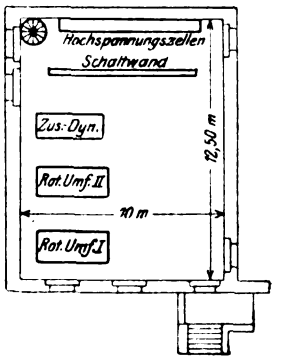


Abb. 2. Maschinenhaus, Erdgeschoß.

Abb. 2 u. 3 ersichtlich, ist der verfügbare Raum für die Aufstellung eines Synchron-Motorgenerators mit Anwurfsmotor, für eine Leistung von 500 kW sehr beschränkt. Man wäre nicht in der Lage gewesen, bei vorzunehmenden Reparaturen, die ausgebauten Maschinenteile auf

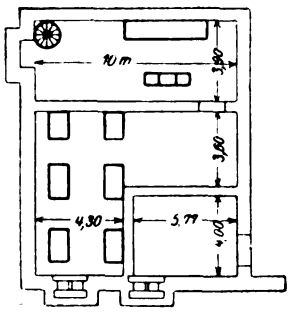


Abb. 3. Maschinenhaus, Kellergeschoß.

dem noch zur Verfügung stehenden Platz zu lagern, geschweige denn daran zu arbeiten. Auch der Kellerraum wäre durch das erforderliche Fundament vollständig verbaut worden.

Da aber auch danach gestrebt wurde, den Strom, welcher z. Zt. gleichstromseitig gemessen und bezahlt wurde, nach Aufstellung einer neuen Maschine drehstromseitig zu messen und zu bezahlen, so konnte für die Neubeschaffung nur eine andere Maschine mit einem mindestens ebenso günstigen Wirkungsgrad, wie der Einankerumformer, in Frage kommen, u. zw. deshalb, weil die Drehstromersparnis, bei einer neuen Maschine mit einem besseren Wirkungsgrad als dem der bisherigen Umformer der Stadt zugute kommen sollte. Andernfalls wäre es ja schließlich für die Stadt gleichgültig gewesen, eine Maschine, wie die vorhandenen, rotierenden Umformer, mit einem schlechteren Wirkungsgrad aufzustellen, wenn sie nicht infolge der höheren Umformungsverluste einen höheren Strompreis bezahlen müßte.

Es konnte also nur eine Maschine in Frage kommen, welche bei 500 kWh Leistung die geringsten Abmessungen und vor allem, der Größe entsprechend, ein leichtes Gewicht besaß, damit die Fundamente erspart und auch sonstige bauliche Veränderungen vermieden werden konnten. Diesen Anforderungen schien nun der Quecksilberdampf-Großgleichrichter in ganz hervorragendem Maße zu entsprechen. Es wurde deshalb auch dem Projekt der Beschaffung einer Großgleichrichter-Anlage näher getreten.

2. Umfang der Gleichrichteranlage.

Obgleich z. Zt. noch wenige Elektrizitätswerke in Deutschland Großgleichter-Anlagen besitzen und fast keine Betriebsergebnisse von städtischen Elektrizitätswerken vorliegen, so gewann man doch, nach den eingeforderten Prospekten der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin und der A. G. Brown, Boveri & Cie. in Mannheim, die Überzeugung, daß die Gleichrichter oder ruhenden Umformer schon zu einer sehr hohen Vollendungsstufe in bezug auf die Betriebssicherheit gelangt sind, so daß man nicht zu befürchten brauchte, sich als Versuchskaninchen herzugeben. Als hervorragendste Merkmale der Gleichrichter wurden folgende Eigenschaften angegeben:

1. Gleich hoher Wirkungsgrad bei allen Belastungen.
2. Der Wirkungsgrad steigt mit zunehmender Verbrauchsspannung.
3. Geräuschlosigkeit.
4. Rasche und einfache Inbetriebsetzung.
5. Geringste Wartung.
6. Keine nennenswerte Abnutzung.
7. Geringes Gewicht, daher keine Fundamente erforderlich.
8. Unempfindlichkeit gegen Belastungsstöße.
9. Große momentane Überlastungsfähigkeit.
10. Einfache und billige Reserve.
11. Leichte Instandsetzung.

Die Besichtigung einiger in Betrieb befindlicher kleinerer Gleichrichteranlagen durch eine Abordnung der Elektrizitätswerkskommission im Mai 1915 ergab die Richtigkeit dieser Angaben. Die Kommission konnte deshalb die Anschaffung einer Großgleichrichter-Anlage nur empfehlen.

Nachdem auch das Elektrizitätswerk des Provinzialverbandes von Schlesien mit der Aufstellung eines Gleichrichters einverstanden war, ferner auch von der Akkumulatorenfabrik keine Bedenken gegen die Verwendung des Gleichrichters zur Ladung der Batterie erhoben wurden und auch die Oberpostdirektion Liegnitz gegen die Speisung des vorhandenen Dreileiter-Gleichstrom-Kabelnetzes durch den Gleichrichter keine Einwendungen erhob, wurde die Beschaffung einer Quecksilberdampf-Großgleichrichter-Anlage nach dem Patent des Prof. Dr. E. Hartmann, System Dr. Schäfer, von der A. G. Brown, Boveri & Cie., Mannheim, in der Stadtverordnetensitzung am 11. VI. 1915 genehmigt und gleich darauf bestellt.

Die Auftragserteilung erstreckte sich auf die Lieferung einer vollständigen Gleichrichteranlage und der dazu erforderlichen Schaltanlage bestehend aus:

a) Gleichrichteranlage:

2 Zylinder, für eine Dauerleistung von 500 kW Drehstrom, Spannung 10 000 V, Frequenz 50 Per/s, Gleichstromspannung 440 V.
1 Reservezylinder, für eine Leistung von 250 kW bei 440 V Spannung.
1 Anlaßvorrichtung für die Inbetriebsetzung des Gleichrichters.
1 Luftpumpensatz zur Sicherung des Vakuums in den Gleichrichterzylindern.
1 Drehstromtransformator 10 000/700 V für 750 kVA.
1 Induktionsregler in offener Ausführung mit künstlicher Ventilation und Fernsteuerung, zur Regelung der Gleichstromspannung sowie zur Ausgleichung der Spannungsschwankungen auf der Drehstromseite.
1 Zünddynamo mit Antriebsmotor.
1 Umlaufkühler für die Gleichrichterzylinder.

Digitized by Google

1 Satz Drosselspulen, zur Erzeugung des für Parallelarbeiten mit den vorhandenen Umformern erforderlichen Spannungsabfalles.

b) Schaltanlage:

I. Drehstromseite.

2 Hochspannungszellen, zur Aufnahme des Ölschalters und der Strom- und Spannungswandler, für die Meßinstrumente der Oberspannungsseite des 750 kVA-Transformators.
3 einpolige Trennschalter für je 200 A.
1 dreipoliger Hochspannungs-Olausschalter für 200 A.
1 Druckknopftafel mit Sperrspule und 2 Druckknöpfen sowie Signallampen zum Anzeigen der Schalterstellung.
1 Schaltelement mit zweipoligem Schalter und Sicherungen für den Anschuß des magnetischen Fernbetriebes.
2 Stromwandler für 60/5 A bei 10 000 V Betriebsspannung, 50 Per.
3 Einphasen-Hochspannungs-Meßtransformatoren.
1 Drehstrom-Wattstundenzähler für ungleich belastete Phasen.
1 zweipoliges Maximalzeitrelais mit Öffnungskontakten für Nullspannungsauslösung.
1 aperiodisches elektromagnetisches Voltmeter.

II. Gleichstromseite.

1 einpoliger Maximal-Stromausschalter, mit Freiauslösung und Auslösemagnet, für eine Dauerbelastung von 1500 A.
1 Überstrom-Zeitrelais für Gleichstrom.
1 Gleichstrom-Zweileiter-Wattstundenzähler, für 440 V und 1500 A mit Hauptstromwiderstand.
1 aperiodisches Präzisionsvoltmeter, 300 bis 800 V.
3 einpolige Hebelschalter für je 600 A.
3 einpolige Röhrensicherungen mit Porzellanpatronen für je 600 A.
3 aperiodische Präzisionsamperemeter für je 800 A.
3 einpolige Hebelausschalter für je 200 A.
3 einpolige Diazed-Sicherungen für je 160 A.
3 Amperemeter für die Anschlußvorrichtung.
3 Druckknöpfe, 3 Widerstände.
6 Sicherungen für die Anlaßvorrichtung.
6 einpolige Diazed-Sicherungen für je 10 A.
3 zweipolige Ausschalter für je 10 A, 250 V.
1 aperiodisches Präzisionsamperemeter, 0 bis 10 A.
1 Handradantrieb mit Rosette und Kettenrad zum Antrieb des Induktionsreglers von der Schalttafel aus.
Verbindungsleitungen, Kabelendverschlüsse usw.

Außer der Lieferung dieser Apparate waren noch zu leisten:

Die Einrichtung und betriebsfertige Herstellung der Gleichrichteranlage und der Schaltanlage;
die frachtfreie Zusendung sämtlicher Gegenstände bis zur Verwendungsstelle;
Überwachung eines achttägigen Probebetriebes bei täglich 10-stündiger Betriebsdauer.

Ausgeschlossen von der Lieferung waren sämtliche Erd-, Maurer-, Zimmermanns- und Schlosserarbeiten sowie Beistellung der Hilfsarbeiter, Rust- und Hebezeuge.

Auf Grund der Eigenart der ruhenden Umformer und infolge des Fehlens von Verbandsvorschriften für diese Maschinen sowie wegen der notwendigen Verwendung von Kriegsmaterial mußte sich die Brown, Boveri & Cie. A. G. zu den weitestgehenden Garantien verpflichten. Unter anderem wurden folgende Betriebsmöglichkeiten gefordert:

Arbeiten des Gleichrichters ohne und mit der Akkumulatorenbatterie in Parallelschaltung auf das Dreileiter-Gleichstromnetz, welches mit geerdetem Mittelleiter ausgeführt ist.

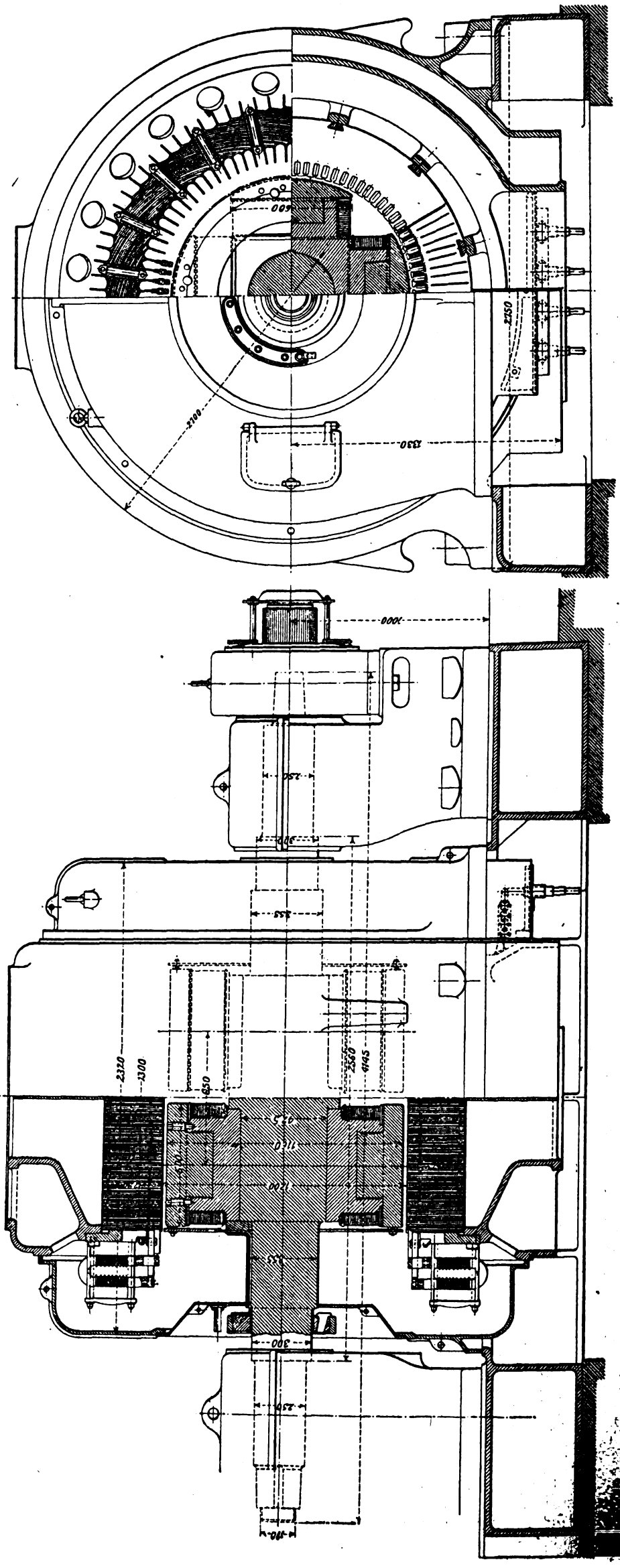


Abb. 1. Drehstrom-Turbodynamo für 600 kW der A. G. Brown Boveri & Cie.

Digitized by Google

Möglichkeit der Ladung der Stammbatterie allein oder der Gesamtbatterie mit Benutzung des vorhandenen rotierenden Zusatzaggregates.

Gleichrichter und rotierende Synchronumformer müssen in Parallelbetrieb auf das Gleichstromnetz und die Akkumulatorenbatterie arbeiten können.

Es muß mit dem Gleichrichter möglich sein, auch ohne Induktionsregler das Netz zu speisen. Die Gleichstromspannung von 220 V darf in diesem Falle höchstens um ± 2% schwanken.

Ferner wurde zur Bedingung gemacht, daß die Firma dafür Gewähr leiste, daß durch den Betrieb des Gleichrichters keine Störungen in den Postleitungen auftreten. Sollten derartige Störungen in den Postleitungen auftreten, daß der weitere Betrieb des Gleichrichters von der Kaiserl. Postdirektion verboten wird, so verpflichtet sich der Unternehmer den Übelständen abzuhelfen oder die ganze Gleichrichteranlage für den vereinbarten Preis zurückzunehmen. In diesem Falle verpflichtet sich die Firma, an Stelle des Gleichrichters, sofort einen Einankerumformer von derselben Leistung und mit wenigstens 87% Nutzeffekt zu liefern usw. Die Abmontierungs- und Transportkosten übernimmt der Unternehmer.

(Schluß folgt.)

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.[1])

Nr. 123.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Meßeinheiten, wird die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfamts 7 in Bremen folgendermaßen erweitert:

für Gleichstrom	für Wechsel- und Drehstrom
bis 500 V	bis 600 V
bis 200 A.	bis 400 A.

Charlottenburg, den 13. September 1918.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
gez. E. Warburg.

Turbodynamos für 5000 und 10 000 kW.[2])

Für die zur Versorgung von Buenos Aires bestimmte Anlage „Pedro Mendoza" der Soc. Italo-Argentina wurden von der Brown, Boveri & Cie., A.G., Baden, Turbodynamos von 5000 und 10 000 kW geliefert, über die uns die Firma folgende Einzelheiten mitteilt.

Die Maschinen sind berechnet für einen Leistungsfaktor cos $\varphi = 0{,}8$, eine Betriebsspannung von 7000 V und die Frequenz 50 bei 1500 Umdr/min. In ihrer Bauart weichen, wie aus Abb. 1 u. 2 zu ersehen ist, die 5000 kW-Einheiten von denen für 10 000 kW ab; beide Maschinenarten wurden eine Zeitlang gleichzeitig ausgeführt, was besonders fabrikatorische Vorteile bot. Durch die rasche Zunahme der Leistung von Generatoren mit der Drehzahl 3000 und mit massiven, zylindrischen Rotoren wurden die Maschinen mit der Drehzahl 1500 mehr und mehr zurückgedrängt; daher wurde später von letzteren die Bauart mit ausgeprägten Polen verlassen.

Bei der Maschine für 5000 kW (Abb. 1) bilden in dem einteiligen Gußgehäuse die Wandungen getrennte Räume, die für Zu- und Abfuhr der Kühlluft bestimmt sind. An seinem inneren Umfange sind schwalbenschwanzförmige Keile zur Aufnahme des Dynamoblocks gleichmäßig verteilt. Der Aufbau des Blechkörpers erfolgt, der radialen Kühlung entsprechend, in einzelnen, mäßig dicken Paketen, zwischen welchen eine große Anzahl

[1]) „Zentralblatt für das Deutsche Reich" 1918, S. 1045.
[2]) Abbildungen nach „Engineering", Bd. 106, S. 22.

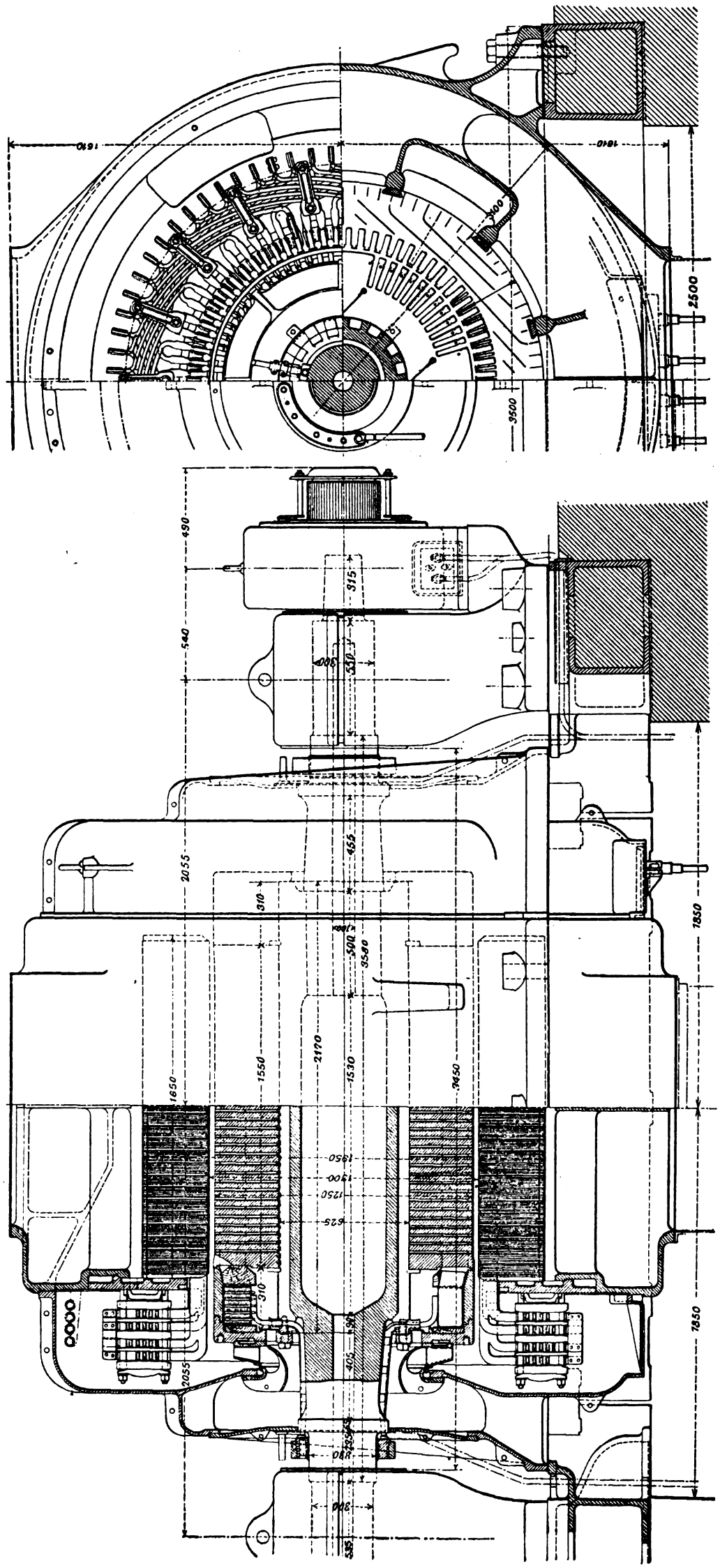


Abb. 2. Drehstrom-Turbodynamo für 10 000 kW der A. G. Brown Boveri & Cie.

Digitized by Google

von Luftschlitzen die nötige Kühloberfläche schaffen. In die offenen Nuten ist eine Spulenwicklung mit 3 Leitern f. d. Nut eingelegt. Jeder der Leiter besteht aus zwei am Ende der Spulen verschränkten Teilleitern zur wirksamen Unterdrückung der zusätzlichen Verluste im Kupfer. Die Spulen sind aus zwei an den Verbindungsstellen verlöteten Hälften zusammengesetzt. Diese Art der Wicklung ermöglicht es, die Spulen außerhalb der Maschine sorgfältig zu isolieren, auf dem geraden Teile mit Glimmerpapier zu umspannen, und vollständig im Ofen zu trocknen. Durch ein besonderes Tränkverfahren wird dabei alle Luft zwischen den Kupferlagen entfernt, um schädliche Ozonbildungen zu verhüten. Einzelne Spulen oder Spulenhälften lassen sich in kurzer Zeit herausnehmen und ersetzen.

Die Anordnung der Spulenköpfe in zwei Ebenen verhütet jede Asymmetrie, die sonst leicht zur Ursache von zusätzlichen Verlusten in den benachbarten, massiven Eisenteilen wird. Auch der Ausbau der Wicklungsbefestigung läßt sich bei dieser Anordnung sachgemäß durchbilden, um bei plötzlichen Kurzschlüssen genügenden Schutz gegen schädliche Formänderungen zu gewähren, trotzdem die einzelnen Spulen behufs guter Kühlung durch Isolierstücke auseinander gehalten sind. Der ganze, über das aktive Eisen hervorstehende Teil der Wicklung wird durch gußeiserne Schilder geschützt, die bei Reinigungen oder Besichtigungen leicht abgenommen werden können. Für oberflächliche Besichtigungen genügt es, die in den Schildern vorgesehenen Schaulöcher zu öffnen.

Der Rotor mit ausgeprägten Polen besitzt als hauptsächliches Merkmal Polkerne von runder Form. Auf seine Welle sind nebeneinander zwei Polsterne warm aufgeschrumpft, die, wie die Welle selbst, aus bestem Siemens-Martin-Stahl geschmiedet sind. Ausdrehungen in den Kernen tragen Gewinde von höchster Genauigkeit, in welche die aufzuschraubenden Polschuhe passen. Die kreisförmigen Querschnitte ermöglichen eine sehr genaue Bearbeitung und führen zu einem einfachen Aufbau der Wicklung.

Die Rotorspulen bestehen aus flachem Kupferband, das auf Spezialmaschinen hochkant zu Spiralen gebogen wird. Nach Einfügung von Preßspan-Zwischenlagen als Isolation zwischen die einzelnen Windungen wird die ganze Spule unter hohem Druck und gleichzeitiger Erwärmung über die Polkerne geschoben und satt aufgepreßt. Hierauf erfolgt das Einschrauben der Polschuhe mit solcher Kraft, daß nachträgliche Lagenänderungen und Störungen des Gleichgewichts beim Laufe nicht mehr auftreten können. Durch den verhältnismäßig geringen Isolationsaufwand wird die Ausnutzung des Wicklungsraumes außerordentlich hoch, während die blanke Oberfläche des Kupfers und das Fehlen von Isolation in radialer Richtung günstige Abkühlungsbedingungen schaffen. Die runde Form der Rotorspulen gestattet jede Wicklungsbefestigung, die sonst einen schwachen Punkt bei Turbodynamos mit ausgeprägten Polen bildet, zu umgehen, ohne ein Ausbauchen der Wicklung befürchten zu lassen. Eine zweckmäßige Ausbildung der Polschuhe führt zu hinreichend reinen Formen der Spannungskurven.

Die Belüftung des Generators geschieht ohne Zuhilfenahme von besonderen Ventilatoren, durch die alleinige Ventilationswirkung des Rotors. Durch die am Gehäuseumfang entlang verlaufenden Kanäle wird die Frischluft zu Löchern geführt, die gleichmäßig über der Statorwicklung verteilt sind. Aus den Löchern über die Wickelköpfe gezogen, tritt sie seitlich in den Rotor ein. Von diesem wird sie radial hinausgeschleudert, durchströmt die Luftschlitze zwischen dem Statoreisen und verläßt über einen Sammelkanal im Gehäuserücken durch eine Öffnung im unteren Teile den Generator.

Bei dem Generator für 10000 kW (Abb. 2) ist das einteilige Gehäuse mit Kammern und Kanälen ausgestattet, welche der besonderen Belüftungsart angepaßt sind. Dem Aufbau des Ständereisens und der Wicklung samt ihrer Befestigung sind im allgemeinen die gleichen Prinzipien zugrunde gelegt, wie bei der 5000 kW-Maschine mit ausgeprägten Polen.

Abweichend ist in die Luftschlitze zwischen den Blechpaketen ein System von Blechen eingebaut, das neben der Aufrechterhaltung der Zwischenräume noch der im folgenden erläuterten Luftführung dient. Die in offene Nuten eingelegte Statorwicklung besitzt auf jede Nut zwei mit Mikanit umspannte Stäbe. Trotz deren verhältnismäßig großen Querschnitts werden die zusätzlichen Kupferverluste durch eine BBC eigene Art fast vollständig unterdrückt. Außerhalb sind die Stäbe unter sich durch starke Kupferbänder verbunden; die Verbindungsstellen sind, soweit zur bequemen Montage der Wicklung erforderlich, verschraubt, sonst vernietet und verlötet. Zur wirksamen Vermehrung der kühlenden Oberfläche sind die Stirnverbindungen in mehrere Ebenen unterteilt.

Der zylindrische Rotor hat eine über den Umfang verteilte Wicklung und besitzt keine ausgeprägten Pole. Auf die mit Längsnuten versehene Welle werden zur Bildung des Rotorkörpers Stahlplatten in regelmäßigen Abständen voneinander aufgeschrumpft. Achsial in die Rotorplatten eingefräste Nuten nehmen die Wicklung aus Flachkupfer auf und sind oben durch Keile abgeschlossen. Die Zusammensetzung der Keile aus einer magnetischen und einer unmagnetischen Hälfte bezweckt die Unterdrückung von Nutenoberschwingungen. Die durch Glimmer voneinander isolierten Lagen der Wicklung werden einzeln eingelegt, was wegen der leichten und einfachen Ausführbarkeit bei einer etwaigen Reparatur an Ort und Stelle große Vorteile bietet. Gegen Eisen ist die Wicklung durch Glimmer und Preßspan isoliert. Über die Spulenköpfe aufgezogene, aus bester Bronze geschmiedete Kappen, nehmen unter hoher Sicherheit die Fliehkräfte auf.

Bei der Lüftung sind zwei voneinander getrennte Luftströme zu unterscheiden. Im ersten, durch die Eigenventilation des Rotors erzeugten, wird die Frischluft durch die Längsnuten in der Welle angesaugt. Von der Schleuderwirkung in den Schlitzen zwischen den Rotorplatten wird sie in die Luftschlitze des Stators getrieben, überstreicht von den anfangs erwähnten Abstandblechen geleitet die Blechpakete und verläßt das Gehäuse durch einen Sammelkanal. Den zweiten Luftstrom bringen die beiderseitig am Rotor angebauten Ventilatoren hervor, welche die davorliegenden Wickelköpfe des Stators anblasen. Durch die Luftkammern am Umfange gelangt dieser Teil der Luft ebenfalls zwischen die Blechpakete des Stators und wird von den Abstandblechen so geführt, daß er sich mit der vom Rotor gelieferten Luft im Sammelkanal vereinigt, und gemeinsam mit ihr das Gehäuse verläßt.

Die Fehlerquellen wurden alle aufs sorgfältigste beseitigt. Die neuen Ergebnisse entsprechen vollständig denen aus dem Jahre 1914. Während aber damals quantitativ nur etwa die Hälfte des theoretisch zu erhaltenden Versuchswertes beobachtet werden konnte, ist der Verfasser hier dem letzteren schon auf weniger als 10% nahegekommen, in Anbetracht der Schwierigkeit solcher Versuche immerhin ein sehr bemerkenswertes Ergebnis. (Es sei hier auf das Eisenatommodell[1]) von Zehnder hingewiesen, das mit den neuesten Forschungen vortrefflich übereinzustimmen scheint.) *Zdr.*

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Die Magnetisierung von Eisen, Nickel und Kobalt durch Rotation und die Natur der magnetischen Molekel.

[Physical Review, Bd. 10, S. 7.]

Schon im Jahre 1914 hat S. J. Barnett der American Physical Society eine ausgedehnte Reihe von Versuchen über die Magnetisierung von Stahlstäben vorgelegt, die nur durch Rotation allein bewirkt wurde. Diese Versuche beweisen nach dem Verfasser ohne die geringste Abhängigkeit von der schwer verständlichen Strahlungstheorie, also nur auf dem Boden der klassischen Dynamik, 1. daß Amèresche Molekularströme im Eisen vorhanden sind, 2. daß alle oder doch der größte Teil der Elektrizität in der kreisförmigen Bahn negativer Art ist, 3. daß diese Elektrizität Masse oder Trägheit besitzt, so daß sich jede Kreisbahn wie ein kleiner Kreisel verhält und seine Drehrichtung mit der dem Körper aufgeprägten Drehrichtung in Übereinstimmung zu bringen sucht. So entsteht die Magnetisierung der Körper. Wenn wir weiterhin die klassische Strahlungstheorie zulassen, beweisen diese Versuche zusammen mit dem Vorhandensein des remanenten Magnetismus, 4. daß die Anordnung der Elektrizität in den Amèreschen Umläufen eher saturnähnlich (also ringartig) ist als planetarisch.

Inzwischen sind von Einstein und de Haas ergänzende Versuche unternommen worden, die beweisen, daß durch Magnetisierung von Stäben vermöge der davon herrührenden Drehungen der Amèreschen Molekularkreisläufe Drehungen dieser Stäbe auftreten, welche Versuche später von de Haas noch erweitert worden sind.

Wegen der großen Bedeutung dieser Fragen machte nun der Verfasser weitere Versuche mit Eisen, Nickel und Kobalt, mit kleineren Stäbchen, nach einer von der früheren ganz abweichenden Methode, unter Benutzung eines Magnetometers. Die Achse des rotierenden Stäbchens war horizontal und senkrecht zum erdmagnetischen Meridian, in der Gaußschen Äquatorlage; das Stäbchen wurde durch einen Einphasen-Wechselstrommotor angetrieben.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Der Wettbewerb um die drahtlose Telegraphie in Argentinien.

[Wirtschaftlicher Nachrichtendienst 1918, Nr. 537.]

„Times" vom 16. VII. 1918 berichtet aus Buenos Aires: „Die Marconi-Gesellschaft besitzt die Konzession zur Errichtung und zum Betrieb einer drahtlosen Station für den Verkehr Argentiniens mit Europa und anderen erreichbaren Ländern. Sie hatte bereits mit dem Bau der Anlage begonnen, als der Krieg ausbrach. Zweifellos auf Anregung der englischen Regierung wurden die Arbeiten seinerzeit eingestellt. 1915 erteilte die argentinische Regierung der nordamerikanischen Federal Holdings Co. die Konzession zur Errichtung einer Poulsen-Station für den ausschließlichen Verkehr mit Newyork. Diese Konzession war wertlos, weil die Marconi-Gesellschaft das Alleinrecht für das Poulsen-System außerhalb der Vereinigten Staaten besitzt. Aus diesen Zusammenhängen entsprang die im Herbst 1917 erfolgte Gründung der Pan-American Wireless Telegraph and Telephone Co. durch die amerikanische und die englische Marconi-Gesellschaft und die Federal Holdings Co. Die beiden erstgenannten Gesellschaften übernahmen je drei Achtel des Kapitals und damit die Kontrolle des Unternehmens. Es wurde bestimmt, daß die Direktion der neuen Gesellschaft aus nordamerikanischen Staatsangehörigen bestehen müsse. Die Federal Holdings hat die erwähnte Konzession der Pan-American überschrieben und ihren gesamten Anteil an derselben der nordamerikanischen Regierung verkauft, wodurch die Kontrolle durch die Vereinigten Staaten gesichert ist. Der Präsident der Pan-American erwirkte bei einem kürzlichen Besuch in Argentinien der Gesellschaft eine Erweiterung der Konzession, nach welcher jedes beliebige System zur Anwendung gelangen kann, die Verbindung auf alle Weltteile ausgedehnt und der für den Bau festgesetzte Termin um 1½ Jahre verlängert wird. Wenn also die Marconi-Gesellschaft nicht in der Lage ist, den Bau der angefangenen Station zu vollenden, bevor die Pan-American ihre Anlagen in Betrieb setzt, so ist zweifellos, daß die letztere ein Monopol für den drahtlosen Verkehr mit Südamerika besitzen wird."

Anderseits meldte dieselbe Zeitung, wie wir „Algemeen Handelsblad" vom 26. VII. 1918 entnehmen, daß Siemens-Schuckert bei der argentinischen Regierung die Konzession zur Errichtung einer starken drahtlosen Station für internationale Handelsdepeschen beantragt hat. Die Pläne sollen innerhalb eines Jahres nach Erteilung der Konzession eingereicht, und die Station soll in zwei Jahren nach Genehmigung der Pläne fertiggestellt sein. Bei Nichterfüllung der Bedingungen würde die zu hinterlegende Garantie an die Regierung fallen.

Im Zusammenhang hiermit weist die „Nordd. Allgem. Ztg." vom 31. VII. 1918 auf eine Mitteilung des „New York Herald" hin wonach in der Umgebung von Buenos Aires die größte drahtlose Station der Welt errichtet werden soll. Die Anlage werde eine Leistungsfähigkeit von 11 000 kW haben und drei Türme umfassen, jeden von der Höhe des Eiffelturms in Paris. *Rp*

Drahtlose Telegraphie in China.

[Wirtschaftlicher Nachrichtendienst 1918, Nr. 542.]

Die französische Station für drahtlose Telegraphie zu Kukaza (Shanghai) ist mit neuen, besonders starken Empfangsapparaten ausgerüstet worden. Man will dort bereits Meldungen aus Nauen (Entfernung 15500 km) aufgefangen haben. („Echo de Chine", 6. VI. 1918.) *Rp.*

Neubau von Funkenstationen.

[Militär-Wochenblatt 1918, Nr. 21.]

Nach „Journal of Commerce" (28. II. 1918) hat die japanische Mitsui-Gesellschaft der chi-

[1]) L. Zehnder, „Mechanik des Weltalls". Freiburg i. B. 1897, S. 77.

Digitized by Google

nesischen Regierung 2 Mill. Gold-Yen zum Bau von drei Funkenstationen gelichen, die in Shanghai und Tschifu errichtet werden sollen. Der Bau der Funkenstationen war bereits an eine dänische Gesellschaft vergeben worden, die jedoch unter diplomatischem Druck ihre Rechte gegen eine Geldentschädigung an Japan abtrat. Japan verlangte das Vorzugsrecht beim Bau aus Gründen der nationalen Verteidigung. *Rp.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Von Elektrizitätswerken.

Bütow (Pommern). Der Bau des Elektrizitätswerkes ist den Siemens-Schuckertwerken übertragen und von diesen in Angriff genommen worden.

Elbing (Westpreußen). Die bisher von der Elbinger Straßenbahn G. m. b. H. betriebene Licht- und Kraftversorgung wurde durch die Stadt Elbing übernommen und zu diesem Zweck das Licht- und Kraftnetz zum Preise von 0,23 Mill. M angekauft. Die weitere Stromversorgung, Unterhaltung und Erweiterung des Netzes erfolgt durch die Städt. Elektrizitätsversorgung Elbing, welche auch Installationen ausführt.

Ellrich (Prov. Sachsen).[1]) Das städtische Elektrizitätswerk ist stillgelegt und die Stadt, wie seit langem geplant, an die Überlandzentrale Südharz in Bleicherode angeschlossen worden. Der abgeschlossene Vertrag läuft zunächst 5 Jahre.

Glücksburg (Schleswig-Holstein). Das bisher der Firma Gebr. Koerting in Hannover gehörige Elektrizitätswerk ist in den Besitz des Ingenieurs H. Clasen übergegangen.

Jerichow (Prov. Sachsen). Die Stadtverordneten beschlossen die Einrichtung eines städtischen Elektrizitätswerkes und bewilligten einen vorläufigen Kredit von 20 000 M.

Lambsheim (Bayern). Die Gemeindevertretung genehmigte die Errichtung eines Elektrizitätswerkes.

Mitterskirchen (Bayern). Das Gefälle der Donau soll erstmalig zur Erzeugung elektrischen Stromes im großen ausgenutzt werden. Das erste Donau-Wasserkraftwerk wird etwa 15 km unterhalb der Mündung der Enns nordöstlich von Mitterskirchen erbaut, wird ein Gefälle von 7,6 bis 13,45 m besitzen und 17 Maschineneinheiten erhalten. Die Leistung beträgt je nach dem Wasserstande 52 000 bis 125 000 kW. Für die Errichtung und Ausnutzung dieses Werkes ist ein Syndikat gebildet worden, an dem sich hauptsächlich die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke beteiligen werden. Der erzeugte Strom soll u. a. auch nach Wien geleitet werden.

Offenbach a. M. Zum Zweck des Stromaustausches und der gegenseitigen Unterstützung bei Betriebsstörungen ist das Städtische Elektrizitätswerk Offenbach a. M. mit dem Kraftwerk der Braunkohlenzeche Gewerkschaft Gustav in Dettingen i. B. durch eine 25 km lange Fernleitung verbunden worden Dieser Zusammenschluß soll den Anfang bilden zu einem großzügigen Fernleitungsnetz mit zusammenhängendem Stromversorgungsgebiet, das nach seiner Fertigstellung von Bremen bis hinunter zur Schweiz reichen wird. In dies Netz sollen allmählich folgende Werke einbezogen werden: das im Bau befindliche Main-Weser-Kraftwerk, das Kraftwerk der Hessischen Eisenbahn A. G., die Edertalsperre, die Oberrhein. Elektrizitätswerke in Mannheim, die Pfalzwerke in Homburg, die staatlichen Murgwerke und das Bayernwerk.

Ziegenrück (Prov. Sachsen). Die Preußische Staatsregierung ordnete im Anschluß an ein von den Siemens-Schuckertwerken und der A. E. G. herrührendes Projekt mit einer Bausumme von etwa 14 Mill. M Vorarbeiten für eine Talsperre im Oberlauf der Saale bei Ziegenrück an.

Island. Reykjavik. Eine Gesellschaft in Reykjavik hat beschlossen, ein elektrisches Kraftwerk zu errichten, das die Wasserkraft des Ellida-Flusses ausnutzen soll. Die Kosten werden auf 7 Mill. Kr veranschlagt.

Schweden. In Kind (Boros) ist eine Gesellschaft gegründet worden, welche die Wasserfälle bei Asmebro zwecks Errichtung eines Kraftwerkes ankaufen will. Das Aktienkapital wird 0,1 bis 0,3 Mill. Kr betragen.

Schweiz. Bern. Die Stadt Bern befaßt sich mit dem Plan der Ausnutzung der Wasserkräfte der Saane und ihrer Zuflüsse bis zur Einmündung des Laubaches bei Gstaad im Zusammenhang mit dem Bau eines Sammelbeckens auf dem Sanetsch. Aus dem Saaneland soll der Strom auf kürzestem Wege, voraussichtlich durch das Simmental und das Gürbetal, nach Bern geleitet werden.

[1]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 500.

Bahnen und Fahrzeuge.

Geringe Unterhaltungskosten der 2400 V-Gleichstromlokomotiven auf der Butte-Anaconda and Pacific-Bahn.

[Electr. Railw. Journ., Bd. 50, S. 716.]

Betriebsausweise elektrischer Bahnen über die Höhe der Unterhaltungskosten verdienen als Prüfstein der Wirtschaftlichkeit besondere Würdigung, aber als solcher können sie nur gelten, wenn sie sich über längere Zeiträume erstrecken. Es ist leicht denkbar, daß gelegentlich die Ausbesserungskosten stark anschwellen, wenn in vorangehenden Zeitabschnitten zu wenig Wartung aufgewendet wurde. In dieser Hinsicht wird auch der vorliegende Bericht zu bewerten sein, in welchem betont wird, daß zur Unterhaltung der vorhandenen 28 Lokomotiven und dreier Triebgestelle nur 3 Mann benötigt werden, soweit der elektrische Teil in Frage kommt, daß ferner die Prüfung der elektrischen Ausrüstung nach Ablauf von 30 bis 40 Tagen erfolgt und nicht mehr als 1 h erfordert. Auf jeden Fall aber lassen diese Angaben auf außerordentliche Betriebssicherheit schließen. Es handelt sich teils um 82 t schwere Güterzugmaschinen, die, zu zweien hintereinander gekuppelt, Züge bis 4450 t auf einer mittleren Steigung von 3 ‰ zu ziehen haben, teils um 80 t schwere Personenzuglokomotiven mit der gleichen Ausrüstung, jedoch mit geringerer Übersetzung der Zahnräder. Außerdem sind 3 Triebgestelle vorhanden, die im Verschiebedienst vorgespannt werden und eine um 50 % höhere Zugkraft bei einer um 1/3 verminderten Geschwindigkeit ergeben.

Nach 70000 bis 75000 km erfolgt eine Hauptrevision. die Ritzel halten 145000 bis 185000 km, während die Laufzeit der großen Zahnräder auf das vierfache geschätzt wird. 95 % der Schützenkontakte hielten 4 Jahre und sind teilweise weiter im Betrieb. Die Motorkohlen erreichten eine Lebensdauer von 29000 km, die Motoren erlitten, von einigen Funkenüberschlägen abgesehen, keine Störungen, dagegen sind solche mehrmals

Zeichnet die IX. Kriegsanleihe!

infolge Abschmelzens der Anlaßwiderstände verursacht worden. Auch sind keine Störungen durch Blitzschläge eingetreten; als Blitzableiter waren 10 Aluminiumzellen in Hintereinanderschaltung eingebaut. *R. M.*

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

59. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure.

Die 59. Hauptversammlung des V. D. I. findet am 1. und 2. Dezember in Berlin statt. Auf der Tagesordnung stehen folgende Vorträge: Prof. Dr.-Ing. Nägel: „Die Entwicklung der technischen Wissenschaft und die Technische Hochschule", Direktor Schmerse: „Anforderungen der Werkstatt an das Konstruktionsbureau", Dr. Büsselberg: „Die Aufgaben der Technik und der Industrie in der Landwirtschaft", Prof. Dr. Fischer: „Die menschliche Arbeitskraft ersparenden Maschinen und Geräte in der Landwirtschaft", Prof. Dr. Holdack: „Mechanisierung der Zugkräfte", Oberingenieur Krohne: „Die Landwirtschaftselektrizität". Außerdem steht eine Reihe von Fragen, die auch für die Allgemeinheit von Bedeutung sind, zur Beratung, so über den behördlichen Schutz der Bezeichnung „Ingenieur", über Ingenieurkammern, über die Einsetzung eines Reichsverkehrsamtes und die Dreileitung des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten. Im Anschluß an die Tagung findet eine Betriebstechnische Ausstellung in den Ausstellungshallen am Lehrter Bahnhof statt.

Verschiedenes.

Wie gewinnt man den Krieg?

[Gen. Electr. Rev., Bd. 21, S. 407.]

E. W. Rice, der jetzige Präsident des American Institute of Electrical Engineers, fordert in verschiedenen Reden die Amerikaner auf, die Regierung in diesem Kriege bis zum Äußersten zu unterstützen. Unter anderem beklagt er den geringen Beistand, der den Verbündeten bisher von Amerika zuteil geworden sei. Das sei aber eine Folge der Kurzsichtigkeit, erst so spät in den Krieg eingegriffen zu haben. Der Einfall in das von den Engländern und Franzosen als ihr Aufmarschgebiet betrachtete Belgien und die Versenkung der mit amerikanischer Munition beladenen „Lusitania" hätte ihnen schon längst die Augen öffnen müssen. Es sei daher notwendig, die verlorene Zeit durch großzügige Organisation des Ingenieurwesens und der Industrie wieder einzuholen, d. h. das Militär-, Marine-, Handels- und Finanzwesen zu einer großen „Kriegsmaschine" zusammenzufassen, wie sie die Deutschen schon seit 40 Jahren (in kluger Voraussicht feindlicher Angriffe, d. h. zu berechtigter Abwehr d. S.) vorbereitet hätten. Die große Überlegenheit der Amerikaner auf dem Gebiete der Erfindung würde dennoch den Feind zu übertreffen ermöglichen. So sei z. B. das U-Boot eine Erfindung der Vereinigten Staaten und nur von den Deutschen zur schrecklichsten Waffe in diesem Kriege ausgenutzt worden. Wäre es nun nicht nur natürlich, wenn die Amerikaner auch die geeignete Abwehr hierfür erfänden! Der Redner konnte weiter zwar nicht mit Bestimmtheit sagen, was nach dieser Richtung hin bereits für Schritte getan seien, war aber natürlich trotzalledem großer Fortschritte gewiß und versicherte, daß, wenn die Pläne zur Ausführung gelangten, die U-Boote bald unter „Kontrolle" gebracht sein würden. Er schließt mit den Worten: „hurry up, hurry up, America!" *Z.*

Elektrotechnische Vorträge in Hannover.

Das Elektrizitätswerk in Hannover veranstaltet vom 5. November ab einen Kursus für Elektrotechnik mit Experimenten in gemeinverständlicher Form. der nicht nur für Werkmeister, Installateure, Schlosser, Mechaniker und andere Handwerker, sondern auch für Gebildete aller Stände Gelegenheit bieten soll, die Grundzüge der Elektrotechnik kennen zu lernen Die Experimentalvorträge werden von Herrn Dr. Ohligs gehalten werden. Anmeldungen sind im Bureau des Gewerbevereins zu Hannover, wo auch jede weitere Auskunft über den Unterricht erteilt wird, zu bewirken.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Die nächste Sitzung findet statt am

Dienstag, den 22. Oktober, abends ½8 Uhr, in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal 141

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vorführung des Modells eines neuen Hochspannungstransformators für sehr hohe Spannungen durch Herrn Direktor Dr. Dessauer, Frankfurt a. M.
   (Eine genaue Beschreibung des vorzuführenden Apparates befindet sich in der „ETZ" 1918, S. 373, 383).
3. Aussprache über die Berücksichtigung der Phasenverschiebung bei Verbrauchsmessungen in Drehstromnetzen. Berichterstatter: Herr Dipl.-Ing. H. Bußmann, Essen-Ruhr.
   Es soll die Frage erörtert werden, ob und in welcher Weise die Elektrizitätswerke nicht nur für die Lieferung elektrischer Arbeit, sondern auch für die Abgabe von wattlosem Strom eine Gebühr erheben sollten. Ein hierzu geeigneter Zähler (Sinuszähler) wird vom Berichterstatter beschrieben werden. Es wird auf die früheren Veröffentlichungen des Herrn Bußmann in der „ETZ" 1918, S. 93 u. 105 sowie in „Glückauf" 1918, Heft 8/9 verwiesen. Sonderdrucke dieser Arbeiten werden von der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin SW. 11, Königgrätzer Str. 106, auf Wunsch übersandt.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
L. Schüler.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. Der 75-jährige Professor der Physik an der Universität Marburg, Geh. Rat Dr. W. Feußner, ist vom Lehramt zurückgetreten. — Der a. o. Professor an der Universität Innsbruck, Dr. Edler v. Lerch, ist zum o. Professor der Experimentalphysik ernannt worden.

Ch. O. Mohr †. Der Altmeister der technischen Mechanik, Geh. Rat Prof. Dr.-Ing. h. c. Christian Otto Mohr, Exzellenz, ist kürzlich im Alter von 83 Jahren in Blasewitz bei Dresden

Digitized by Google

gestorben. Der Verstorbene übernahm i. J. 1894 als Nachfolger Zeuners den Lehrstuhl für technische Mechanik an der Technischen Hochschule Dresden, den er bis zum Jahre 1900 inne hatte. Seine wichtigsten Arbeiten hat er in den „Abhandlungen aus dem Gebiet der technischen Mechanik", einem der grundlegenden Werke der Ingenieurwissenschaft, zusammengefaßt.

Auszeichnungen. Die Technische Hochschule zu Karlsruhe hat dem Direktor der Brown, Boveri & Cie. A. G., Mannheim-Käferthal, Carl Gaa, anläßlich seines 25-jährigen Dienstjubiläums in genannter Firma. in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Förderung der elektrotechnischen Industrie Badens, die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Ausschaltung unseres Handels durch das Kriegswirtschaftsrecht — eine nationale Gefahr. Von Dr. E. Neukamp. 86 S. in 8°. Verlag von Otto Liebmann. Berlin 1917. Preis 3 M.

Ein von verschiedenen Seiten vor dem Kriege als wünschenswert empfohlener, wirtschaftlicher Generalstab hätte, rechtzeitig ins Lebengerufen, es wohlvermocht, ein brauchbares Kriegswirtschaftsrecht zu schaffen. Wir haben in der Beziehung leider den Krieg an uns herankommen lassen und waren infolgedessen gezwungen, die erforderlichen Maßnahmen unter dem Druck der sich überstürzenden Ereignisse ohne ausreichende Vorbereitung zu treffen. Das mußte sich in einem ausgesprochenen Wirtschaftskampf größten Stils rächen, zumal in einem Lande, das, nicht ohne Berechtigung stolz auf sein Organisationstalent, doch auch gerne geneigt war, diesem die Zügel schießen zu lassen. So hat man Verfügungen auf Verfügungen getürmt, ohne sich immer hinreichend Rechenschaft von ihrer Wirkung auf Handel und Gewerbe zu geben. Und diese Wirkung war teilweise das Gegenteil von dem, was man erreichen wollte und mußte. Neukamp weist das in knappen, sehr sorgfältig durchgearbeiteten Ausführungen nach; nicht etwa um einer plötzlichen Sprengung aller dem freien Verkehr durch das Kriegswirtschaftsrecht angelegten Fesseln das Wort zu reden, sondern um zu zeigen, wo und wie dieses Recht zu beschneiden und umzugestalten ist, damit es im Interesse seines wahren Zweckes den jetzt vorherrschenden handels- und gewerbefeindlichen Charakter verliert. Nach Ansicht des Verfassers gehören dazu Ausdehnung der Höchstpreise, soweit sie unabweislich, auf das ganze Reichsgebiet, Aufhebung der landesrechtlichen Ausfuhrverbote, Erfassen des wirklichen Kriegswuchers, aber ohne Gefährdung des ehrbaren Kaufmanns, Milderung der auf die Gewerbefreiheit sich beziehenden Vorschriften und Einschränkung der Kriegsgesellschaften ausschließlich auf die nach eingehender Prüfung für eine zentrale Bewirtschaftung geeignet befundenen Gebiete.

Der sehr lesenswerten Abhandlung sind in einem Anhang die darin angezogenen wichtigsten Gesetze, Verordnungen usw. in der 1917 gültigen Fassung beigefügt.

Dr. Franz Meißner.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Lehrgang der Härtetechnik. Von Dipl.-Ing. J. Schiefer unter Mitwirkung von E. Grün. Mit 170 Abb. VI und 176 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 9 M.

Neue Zeitschriften.

Mitteilungen des deutsch-amerikanischen Wirtschaftsverbandes e. V., 1918, Heft 1. [Die wirtschafts- und handelspolitischen Nachrichten über die Vereinigten Staaten von Amerika, Kanada und Mexiko des oben genannten Verbandes, welche bisher in der „Deutschen Wirtschafts-Zeitung" abgedruckt wurden, erscheinen nunmehr als besondere Zeitschrift und zwar zweimal monatlich. Der Deutsch-amerikanische Wirtschaftsverband (Berlin, Neue Wilhelmstr. 12/14), der sich bekanntlich mit der Förderung des Außenhandels nach den erwähnten Ländern befaßt, und der in dieser Hinsicht vor großen Aufgaben steht, fordert Interessenten zum Beitritt auf; Mitgliedern des Verbandes werden die „Mitteilungen" kostenlos zugesandt.]

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Großkraftwerk Franken A. G., Nürnberg[1]). Nach dem Bericht über das 6. Geschäftsjahr 1917 betrug der Stromverkauf 57,221 Mill. kWh (49,008 i.V.). Der Betriebsüberschuß stellte sich auf 0,694 Mill. M (0,692 i.V.). Der Reingewinn einschl. Vortrag auf 0,238 Mill. M (0,236 i.V.). Es sollen 5% Dividende (wie i.V.) auf 4 Mill. M gezahlt werden.

Elektrizitätsverband Gröba[2]). Nach dem Bericht über das 7. Geschäftsjahr 1917 (4. Betriebsjahr) stieg der Anschlußwert der Industrie von 4747 auf 6219 kW bei 5,025 bzw. 10,698 Mill. kWh, der der Landwirtschaft und der Städte von 5314 (Licht) bzw. 27 272 (Kraft) auf 5563 bzw. 28 190 kW bei 1,170 bzw. 1,393 Mill. kWh Licht und 1,909 bzw. 2,472 kWh Kraft. Im ganzen wurden bezogen 10,902 Mill. kWh (16,999 i.V.) und abgegeben 8,104 Mill. kWh (14,564 i.V.). Die Einnahmen betrugen 2,289 Mill. M (1,720 i.V.) der Bruttoüberschuß 0,554 Mill. M (0,188 i.V.).

Main-Kraftwerke A. G., Höchst a. M.[3]). Nach dem Bericht über das 8. Geschäftsjahr 1917 betrug der Anschlußwert 25 618 kW (24 129 i.V.), die Stromabgabe 29,728 Mill. kWh (24,217 i.V.). Aus dem Geschäftsgewinn von 1,333 Mill. M (1,205 i.V.) ergibt sich ein Reingewinn einschl. Vortrag von 0,439 Mill. M (0,441 i.V.). Es sollen 5% Dividende (wie i.V.) auf 8 Mill. M gezahlt werden.

Oberrheinische Kraftwerke A. G., Mülhausen i. E.[4]). Nach dem Bericht über das 8. Geschäftsjahr 1917/18 stieg der Stromabsatz von 33,151 auf 34,755 Mill. kWh. Der Rohertrag nach Abzug der Betriebs- und Handlungsunkosten betrug 1,053 Mill. M (0,780 i.V.), der Reingewinn einschl. Vortrag 0,697 Mill. M (0,423 i.V.). Es soll eine Dividende von 3% (0 i.V.) auf 20 Mill. M Aktienkapital gezahlt werden.

Dividenden. Isaria-Zählerwerke A. G., München: 15% (12 i.V.) auf 2.5 Mill. M (wie i.V.). — Hamburgische Electricitäts-Werke: 5% (wie i.V.) auf 8,8 Mill. M (5,5 i.V.) Vorzugs- und 4% (3 i.V.) auf 22 Mill. M (wie i.V.) Stammaktienkapital.

Arbeitsmarkt.

August 1918[5]). Der Dynamo-, Elektromotoren- und Akkumulatorenbau war im Berichtsmonat ebenso lebhaft beschäftigt wie im Juli, besonders ist die Nachfrage nach Elektromotoren sehr stark. Die Löhne sind im weiteren Steigen begriffen. Die Betriebe, die elektrische Meßinstrumente anfertigen, waren ebenfalls reichlich mit Aufträgen versehen, gegenüber dem Vorjahr ist z. T. eine Verbesserung eingetreten. Unverändert günstig lauten auch die Nachrichten aus den Betrieben, welche elektrische Licht- und Kraftanlagen einrichten; gegenüber dem Vormonat und dem Vorjahr ist im allgemeinen keine Änderung hervorgetreten. Auch in den Fabriken von Bleikabeln und isolierten Kupferleitungen aller Art war zumeist die Beschäftigung gleich gut wie im Juli und oft noch besser als in der gleichen Zeit des Vorjahres.

25 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. IX. 1918 34 379 männliche (+ 1,3% g. Vm.) und 44 813 weibliche (+ 2,7% g. Vm.) Pflichtmitglieder. 16 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende August 1918 mit insgesamt 8550 (+ 159 bzw. + 1,9% g.Vj.)[6]) an, die Zahl der Männer ist um 359 auf 4536 gestiegen, die der Frauen hat um 200 abgenommen. Angaben von 16 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 8550 Beschäftigte (+ 244 bzw. + 2,9% g. Vm.)[7]), darunter 4536 Männer (+ 142); die Zahl der Frauen stieg um 102. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 429 Arbeitsgesuche vor, d. s. 35,5% der 1207 angemeldeten offenen Stellen (34% von 1215 i.Vm.; 31,2% von 1321 i.Vj.)[8]); die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 350. Auf Preußen entfallen 251 Arbeitsgesuche, d. s. 37% von 679 Arbeitsgelegenheiten (32% von 647 i.Vm.; 32,4% von 723 i.Vj.); 197 Stellen kamen hier zur Besetzung.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1918, S. 12.
[2]) Bericht über 1914 vgl. „ETZ" 1915, S. 588.
[3]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 316.
[4]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1917, S. 512.
[5]) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 9. Bericht über Juli vgl. „ETZ" 1918, S. 380.
[6]) Bei 323 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 7,3%, bei 86 der Maschinenindustrie + 10,2% g. Vj.
[7]) Bei 318 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 0,3%, bei 83 der Maschinenindustrie + 0,8% g. Vm.
[8]) Für alle Fächer bei Männern 48,3% (48,5 i. Vm.; 49,2 i. Vj.), bei Frauen 79,7% (82 i. Vm.; 86 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.

Außenhandel.

Schweiz. Wie der „Schweizer Exporteur" vom 31. VIII. 1918 mitteilt, hat sich die Fabrikation und Ausfuhr physikalischer Instrumente in der Schweiz während des Krieges außerordentlich entwickelt; sie hat sich in den Jahren 1913 bis 1916 fast verzehnfacht, und wenn sich auch i. J. 1917 ein kleiner Rückschlag bemerkbar machte, so verspricht das Jahr 1918 in bezug auf die Ausfuhr physikalischer Instrumente ein Rekordjahr zu werden; denn der Ausfuhrwert der ersten drei Monate 1918 erreichte fast denjenigen der Gesamtausfuhr des Jahres 1917. Der Wert der ausgeführten physikalischen Instrumente stieg von 0,204 Mill. Fr i. J. 1913 auf 1,692 Mill. Fr i. J. 1917. Hauptabnehmer von physikalischen Apparaten ist während des Krieges England geworden, wohin im ersten Vierteljahr 1918 rd 80% der gesamten Ausfuhr gingen, während Frankreich und Italien an 2. und 3. Stelle stehen.

Firmenverzeichnis.

Elektromotoren-Bauanstalt G. m. b. H, Köln Gegenstand: Herstellung sowie Wiederherstellung von und der Handel mit Elektromotoren aller Art. Stammkapital: 20 000 M. Geschäftsführer: J. Meier, Köln-Ehrenfeld.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Binkicht (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Cladow N.-M. (Haftsumme: 10 M). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H. Natenstedt u. Umgegend, Natenstedt. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Gattendorf, A. G. Hof (Haftsumme: 1000 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 25). — Stromversorgungsgenossenschaft m. b. H., Minken (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 30). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Raake (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H. Liebenow N.-M. (Haftsumme: 50 M). — Stromversorgungsgenossenschaft m. b. H., Lodenau-Zoblitz, Lodenau, desgl. Noes. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Friedrichsdorf (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100.) — Elektrizitätsgenossenschaft m. ub. H. Stocksdorf, desgl. Nordsulingen. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H. Taufkirchen a. Vils (Haftsumme: 1000 M.; höchste Anteilzahl eines Gen.: 20.)

Kapitalsänderungen. Erhöhungen: Isaria-Zählerwerke A. G., München: um 0,25 auf 2,75 Mill. M. — Gesellschaft für Elektrische Grubenlampen mit Wetteranzeiger m. b. H., Essen: um 0,12 auf 0,22 Mill. M. — Deutsches Elektro-Stahlwerk A. G., Frankenberg i. Sa.: auf 1 Mill. M.

Verschiedene Nachrichten.

Die Elektrotechnische Industrie Japans. Nach einem Bericht des japanischen Verkehrsministeriums gab es Ende 1917 582 Betriebe für elektrische Krafterzeugung, 40 Straßenbahnbetriebe und 48 gemischte Betriebe, im ganzen 42 mehr als i. J. 1916. Das Gesamtkapital aller dieser Betriebe beträgt 726 Mill. Yen (664 i.V.). Ende März 1918 war die Zahl der Betriebe auf 686 angewachsen. Die normale Leistung war 991 000 kW, wovon 711 000 kW durch Wasserkraft gewonnen wurden. Das Verkehrsministerium hat 70 Beamte ernannt, um in Japan Untersuchungen über die weitere Ausnutzung vorhandener Wasserkräfte zur Elektrizitätserzeugung anzustellen. Die Tokio Electric Co. zahlte im vorigen Jahre 20% Dividende; sie betreibt außer Anlagen in Japan große Lieferungen für China und Sibirien. Die Tokio Gas and Electric Engineering Co. erhöhte ihr Kapital von 3 Mill. auf 10 Mill. Yen. Sie zahlte gleichfalls 20% Dividende und beginnt jetzt auch mit dem Bau von Automobilen und Flugzeugen, sowie von elektrischen Einrichtungen für Spinnereibetriebe. Die Electric Steel Works bauten eine Kraftanlage in Fukushima und erhöhten ihr Kapital auf 5 Mill. Yen. Die Teikoku Electric Light Co. verschmolz sich mit der Mizukaido und der Odaru Electric Light Co. und sie zahlte 12% Dividende. Die Katsuraguwa Water Power Co. verdoppelte ihr Kapital auf 16 Mill. Yen.

Abschluß des Heftes: 12. Oktober 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 24. Oktober 1918.** **Heft 43.**

Die Statistik in der industriellen Unternehmung.

Von **Dr. Albert Calmes,**
Professor an der Universität Frankfurt a. M.

Übersicht. **Das Bedürfnis nach systematischer Statistik in der Unternehmung. Zentralisation oder Dezentralisation des statistischen Dienstes? Die selbständige statistische Abteilung und deren Eingliederung in die Organisation des Unternehmens. Der angegliederte statistische Dienst.**

Von den Vorgängen innerhalb der Unternehmung, deren Kenntnis für die Führung des Betriebes unerläßlich ist, wird derjenige Teil, der sich auf das Vermögen bezieht, durch die schon von Gesetzes wegen in jedem Unternehmen eingerichtete kaufmännische Buchhaltung erfaßt. Daneben besteht üblicherweise in jedem gut organisierten Industriebetrieb eine fortlaufende Kostenrechnung (Kalkulation). Im modernen Betrieb tritt der Buchhaltung und der Kalkulation ergänzend zur Seite die Statistik. Ohne auf die Einzelheiten einzugehen, möchte ich hier kurz die Organisation dieser Abteilung des Betriebes, u. zw. fußend auf eigenen Erfahrungen in deren Organisation, schildern.

I. Das Bedürfnis nach systematischer Statistik in der Unternehmung.

Die statistische Betätigung in der Erwerbswirtschaft ist wahrscheinlich ebenso alt wie die Rechnungsführung in der Erwerbswirtschaft überhaupt. Denn es liegt nahe, wenn ein Unternehmen bereits eine irgendwie geartete Rechnungsführung, insbesondere eine sogenannte kaufmännische Buchführung besitzt, das Zahlenmaterial dieser Buchführung zu statistischen Zusammenstellungen heranzuziehen, und anderseits diesen Rechnungsapparat gelegentlich durch die Feststellung einiger Ziffern zu ergänzen, die an sich nicht zur Buchführung gehören.

Statistisches Material wird also in jedem Unternehmen, das über eine Rechnungsführung verfügt, gewonnen und mit Ausnahme von Betrieben kleinsten Umfanges und einfachster Art auch als solches verwertet, wenn auch in sehr verschiedenartigem Umfang.

In den meisten Betrieben beschränkt sich diese Verwertung darauf, daß der eine oder der andere Teil des Buchhaltungsmaterials, etwa die Gewinn-, die Umsatz- oder die Unkostenziffern, gelegentlich für eine Reihe von Perioden zusammengestellt und miteinander verglichen werden. Hier wird im Rahmen und als Anhängsel der Buchhaltung eine gelegentliche Statistik getrieben.

Die wenigsten Betriebe pflegen eine bewußte, planmäßige Statistik. Diese ist gegeben, wenn die Statistik einerseits nicht mehr auf das Buchhaltungsmaterial beschränkt bleibt und anderseits die statistischen Arbeiten nicht erst bei bestimmten Anlässen, sondern dauernd und systematisch erfolgen.

Ist diese Entwicklungsstufe erreicht, so vollzieht sich weiterhin mit dem Anwachsen der einzelnen Unternehmung in dieser ein Prozeß der Arbeitsteilung innerhalb der Rechnungsführung in dem Sinne, daß sich von der Buchhaltung als dem Kern der erwerbswirtschaftlichen Rechnungsführung Teile aussondern, worauf die Schaffung besonderer Organe im Organisationsplan des Unternehmens für die Übernahme dieser selbständig gewordenen Funktionen folgt. Das ist der Vorgang, der sich beispielsweise in der industriellen Rechnungsführung bezüglich der Bildung einer besonderen Kalkulation neben der Buchhaltung und demnächst bezüglich der Organisation einer besonderen Kalkulationsabteilung abgespielt hat[1]). In derselben Weise entsteht die Statistik bzw. die statistische Abteilung.

Die Entwicklung der Statistik in der Unternehmung zu einer systematischen Statistik, zu einem umfassenden statistischen Dienst ist eine allmähliche. Den Anfang bildet wohl in den meisten Fällen die Absatzstatistik.

Auch die Vereinigung der Unternehmungen zu Interessenverbänden, zu Preis-, Absatzkonventionen und Syndikaten der verschiedensten Arten ist nicht ohne Einfluß geblieben auf die Entstehung und den Ausbau der Statistik in den Betrieben der angeschlossenen Unternehmungen. Denn diese Vereinigungen, die in der Hauptsache den Absatz und die Verkaufspreise im Interesse ihrer Mitglieder regeln wollen, bedürfen zur ständigen Beurteilung der Marktlage vor allem einer fortlaufenden Produktions- und Absatzstatistik und verlangen diese Angaben von ihren Mitgliedern. Eine einmalige gelegentliche Umfrage des Syndikats bei seinen Mitgliedern würde deren Rechnungsführung kaum beeinflussen, wohl aber diese ständigen, regelmäßig eingeforderten Nachweise, die für viele den Anstoß zur Einrichtung einer Statistik bedeuten. Dies ist noch mehr der Fall, sobald diese statistischen Umfragen noch weitere Gebiete berühren, wie z. B. die Statistik des Rohstoffverbrauches, der Einkaufspreise, die Arbeiter- und Lohnstatistik.

Dazu kommt noch, daß in steigendem Maße von Behörden und privaten Vereinigungen besonders an die größeren Unternehmungen Fragen volkswirtschaftlicher, sozialer, technischer, geschäftlicher und sonstiger Natur gestellt werden, deren genaue Beantwortung, die teils im eigenen Vorteil liegt, teils als Ehrenpflicht angesehen ist, statistische Unterlagen erfordert.

Welche Unternehmen brauchen eine ständige, systematische Statistik und in welchem Umfange?

Die Notwendigkeit einer Statistik ist im allgemeinen dann gegeben, wenn das Unternehmen mit den Mitteln der Buchhaltung und der Kalkulation für die Zwecke der Leitung (Disposition und Kontrolle) nicht mehr vollständig und übersichtlich genug erfaßt werden kann. Dieser Zeitpunkt ist im einzelnen Fall nur empirisch feststellbar. Da die Statistik im Dienste der Rechnungsführung steht und damit mittelbar dem Erwerbsinteresse dienen soll, ist die Frage ihrer Errichtung eine solche der Ökonomie. Es gilt auch hier das wirtschaftliche Prinzip: der erwartete Nutzen der Statistik muß deren Kosten übersteigen.

Im allgemeinen sind die Leiter von Unternehmungen wenig geneigt, in der Ausgestaltung der Rechnungsführung über das Maß hinauszugehen, das durch die praktischen Bedürfnisse und durch die gesetzlichen Vorschriften geboten erscheint. Vielen gilt die Errichtung einer Statistik als eine Luxusausgabe, für die nur sehr große Unternehmungen, die wegen ihrer Bedeutung, ihres Weltrufes oder ihrer Monopolstellung größere soziale und Repräsentationspflichten haben, Mittel auswerfen können.

Wenn auch das Bedürfnis nach einer Statistik vor allem in den Großbetrieben empfunden wird, wie die Tatsache beweist, daß statistische Abteilungen heutzutage nur in Großbetrieben anzutreffen sind, so bleibt dieses Bedürfnis doch nicht auf diese Betriebe beschränkt, weil die Größe der Unternehmung nicht das einzige ausschlaggebende Moment bildet. Wichtig ist außerdem das Moment der Vielgestaltigkeit im Aufbau und im Betriebe der Unternehmung, so daß unter Umständen ein kleinerer Betrieb mit Einzelfabrikationen die Statistik eher benötigt als ein Großbetrieb mit Massenfabrikation.

Es kann als eine erfreuliche Wirkung der fortgeschrittenen Aufklärung der leitenden Kreise des Erwerbslebens angesehen werden, daß deren persönliches, historisches und wissenschaftliches Interesse an den Vorgängen innerhalb ihrer Unternehmungen und an deren zahlenmäßigen, insbesondere statistischen Ausdruck in einzelnen Fällen so groß wird, daß es das Bedürfnis nach einer Statistik bereits diesseits jener Grenze empfinden läßt, die der eigene Vorteil, das ökonomische Prinzip hier ziehen würde.

Bei der Organisation des statistischen Dienstes in einer Unternehmung entstehen zwei Hauptfragen:

1. Zentralisation oder Dezentralisation der statistischen Arbeiten?
2. Im Falle der Zentralisation Einrichtung einer besonderen statistischen Abteilung (statistisches Bureau) oder Verbindung des statistischen Dienstes mit einem sonstigen Verwaltungsorgan der Unternehmung. Das heißt: selbständiger oder unselbständiger statistischer Dienst?

II. Zentralisation oder Dezentralisation des statistischen Dienstes?

In der Frage der Zentralisation oder Dezentralisation ist davon auszugehen, daß die statistische Arbeit aus der Ermittlung der Zahlen durch Beobachtung und aus der Bearbeitung und Verwertung dieses Zahlenmaterials besteht.

Die Gewinnung der statistischen Zahlen durch die Beobachtungen und Ermittlungen kann nicht Aufgabe des statistischen Dienstes sein, sondern sie muß von den einzelnen Gliedern des Unternehmens in direktem Zusammenhang mit den festzustellenden Tatsachen, Vorgängen und Ergebnissen geschehen. Der statistische Dienst wird jedoch indirekt an diesen Feststellungen mitzuwirken haben, indem er allen in Betracht kommenden Organen, insbesondere durch Formulare, die nötigen Anweisungen für eine zweckmäßige Feststellung erteilt. Durch diese Anleitung und diese Beaufsichtigung erstrecken sich die Fäden und der Einfluß des statistischen Dienstes über alle Glieder des Unternehmens. Umgekehrt wird aber auch dadurch die Statistik in ihrem Plan, ihrer Arbeitsweise und ihrer Leistungsfähigkeit sehr von der vorliegenden Organisation der einzelnen Teile des Unternehmens abhängig.

Es können daher die an anderer Stelle[1]) erwähnten Zusammenhänge zwischen der Organi-

[1]) Über den Zusammenhang der Buchhaltung mit der Kalkulation vgl. Calmes, „Die Fabrikbuchhaltung", 2. Auflage, Kap. XV.

[1]) Vgl. Calmes, „Der Fabrikbetrieb", 4. Aufl., S. 13.

Digitized by Google

sation einerseits, der Buchhaltung und der Kalkulation anderseits auch auf das Verhältnis zwischen der Organisation und der Statistik ausgedehnt und in ähnlicher Weise die Grundsätze aufgestellt werden:

1. Die Errichtung und der Betrieb eines statistischen Dienstes setzen eine zweckentsprechende Organisation des Unternehmens voraus. Es ist speziell nicht möglich, eine umfassende und systematische Statistik in einem Unternehmen einzurichten ohne vorherige Kenntnis der Organisation und ihrer einzelnen Teile.

2. Je besser die Organisation des Betriebes, desto einfacher, billiger, leistungsfähiger und zuverlässiger wird die Statistik sein, weil die Art der Beschaffung, die Vollständigkeit und die Zuverlässigkeit der ermittelten statistischen Zahlen in erster Linie von der Leistungsfähigkeit und der Zuverlässigkeit der ermittelnden Organe abhängig ist.

So entsteht statistisches Material an allen Stellen des Unternehmens, teils in statistischer Form, d. h. auf eigens zu statistischen Zwecken entworfenen Formularen, teils in Verbindung mit sonstigen Feststellungen und Urkunden, wie Betriebsberichten, Quittungen, Rechnungen, Briefen, Lagerbüchern usw., aus denen das statistisch Brauchbare zu entnehmen ist, nachdem sie ihrem unmittelbaren Zweck gedient haben.

Bezüglich der Bearbeitung des statistischen Materials wäre eine Dezentralisation der statistischen Arbeiten im Anschluß an die Ermittlung der statistischen Zahlen und in Anlehnung an die vorhandene Gliederung des Unternehmens denkbar, indem beispielsweise die Buchhaltung die Vermögens- und die Gewinnstatistik, die Kalkulation die Unkostenstatistik, die Einkaufsabteilung die Einkaufsstatistik, die Lohnabteilung die Arbeiter- und Lohnstatistik besorgen würden.

Eine solche Dezentralisation der statistischen Bearbeitung findet sich denn auch in der Praxis, meist als Vorstufe zur Errichtung einer umfassenden, zentralisierten Statistik. Doch weist gegenüber einer solchen Dezentralisation der Bearbeitung des statistischen Materials die Zentralisation durch Schaffung eines besonderen statistischen Dienstes erhebliche Vorteile auf:

1. Es werden Zeit und Arbeitskräfte gespart. Die Erfahrung zeigt, daß das zunehmende Bedürfnis nach statistischen Daten, wenn diesem nicht rechtzeitig im Aufbau der Organisation Rechnung getragen wird, die einzelnen Abteilungen in Großbetrieben dazu führt, meist ohne Mitwissen der sonstigen Abteilungen und der Leitung Statistisches für ihren eigenen Bedarf zusammenzustellen. Daß hierdurch unverhältnismäßig viel Zeit und Arbeit, d. h. Kosten, und dieses nicht selten ziemlich nutzlos, aufgewendet werden, ist klar.

2. Die planmäßige Gewinnung und Verarbeitung des statistischen Materials durch ein geeignetes und geschultes Organ ergibt wertvollere, zuverlässigere Daten als unzusammenhängende, je nach den zufällig auftretenden Bedürfnissen durch eine Vielheit von dazu mehr oder minder geeigneten Organen vorgenommene statistische Arbeiten. Wenn z. B. in einem Geschäft wegen schwebender Verhandlungen mit einer Absatzorganisation genaue statistische Daten über den bisherigen Absatz nach einer gewissen Richtung hin dringend benötigt werden, so wird sich die Leitung mangels einer statistischen Abteilung, wo das Material zentralisiert vorliegen würde und nur bis auf die neuesten Daten zu ergänzen, eventuell auch entsprechend zusammenzustellen wäre, zu diesem Zwecke entweder an die Buchführung oder an das Verkaufsbureau wenden. Daß eine solche unerwartete Zuweisung umfangreicher Arbeiten, die nicht im laufenden Arbeitsplan dieser Bureaus vorgesehen sind, den Grundsätzen einer guten Organisation und eines geordneten Betriebes zuwider läuft, bedarf keiner Begründung, ganz abgesehen davon, daß die Zuverlässigkeit solcher eiligen, von ungeübten Kräften zusammengestellten Zahlen kaum sehr hoch eingeschätzt werden darf.

3. Die Verwertung der statistischen Zahlen erfordert die Benutzung des ganzen verfügbaren Materials. Wenn beispielsweise die Produktionsstatistik eine Erhöhung der Produktionskosten anzeigt, so muß je nach den Umständen zur Erklärung dieser Erscheinung die Einkaufs-, die Lohn-, die Unkosten- und die Materialstatistik herangezogen werden.

4. Die Statistik soll als Kontrollmittel dienen. Es ist daher unzweckmäßig, die Kontrolle in die Hand des Kontrollierten, z. B. die Kassenstatistik in die Hand des Kassierers zu legen.

Abgesehen von der Gewinnung des statistischen Materials ist somit die Zentralisation der statistischen Arbeiten als das Endziel der Entwicklung anzusehen.

Demnach würde die Tätigkeit einer zentralen statistischen Abteilung umfassen:

1. Die Überwachung der Gewinnung der statistischen Zahlen in allen Teilen des Unternehmens. Aber auch die statistische Abteilung ist wie jede Abteilung des Unternehmens, wenngleich in geringerem Maße, für die Beschaffung von Zahlen tätig. Sie sammelt, ordnet und verarbeitet nicht nur, sondern schafft auch solche statistische Zahlen, die von keiner andern Stelle des Unternehmens besorgt werden, z. B. die äußere Statistik.

2. Die Bearbeitung des auf ihre Anweisungen hin gewonnenen statistischen Zahlenmaterials.

3. Hieran schließt sich als letzte und wichtigste Funktion der statistischen Abteilung, durch die sie erst einen Nutzen gewährt, die Verwertung der statistischen Aufstellungen.

Die Anforderungen einer statistischen Abteilung an Personal- und sachlichen Kosten sind nicht nur in Anbetracht des Nutzens dieser Abteilung, sondern auch absolut sehr minimal, da ja nicht die Gewinnung des statistischen Materials, sondern bloß dessen Verarbeitung und Verwertung Sache dieser Abteilung ist. Aber auch die Gewinnung des statistischen Materials verursacht bei den hierfür tätigen Organen keine besonderen Kosten, da dieses Zahlenmaterial zu einem großen Teil, auch wenn keine statistische Verwertung stattfindet, für sonstige Zwecke, insbesondere für die Buchhaltung und die Kalkulation gewonnen werden muß. Die ganze in dieser Hinsicht durch die Statistik verursachte Mehrarbeit besteht des öfteren bloß in einer andern Einteilung bzw. in einer Ergänzung bereits bestehender Formulare, Tabellen und Betriebsbücher.

Ich unterscheide folgende Haupttypen der Organisation des zentralisierten statistischen Dienstes in der Unternehmung:

A. Der an ein anderes Verwaltungsorgan angegliederte, unselbständige statistische Dienst. Hier handelt es sich um die Verwaltungsabteilungen bzw. Funktionen, mit denen der statistische Dienst vereinigt werden kann.

B. Der als selbständiges Organ, als statistische Abteilung eingerichtete statistische Dienst. Bei diesem Typus entsteht die Frage der Eingliederung der statistischen Abteilung in die Gesamtorganisation der Unternehmung, des Platzes, der ihr darin zugewiesen werden soll.

III. Die selbständige statistische Abteilung und deren Eingliederung in die Organisation.

Der selbständigen statistischen Abteilung muß innerhalb der Organisation des Unternehmens ein bestimmter Platz zugewiesen werden, da es aus Gründen der Arbeitsteilung unter den leitenden Personen des Unternehmens nötig ist, deren Organe zu Gruppen zusammenzufassen, die das Ressort des einzelnen Leiters bilden.

Welchen Platz soll nun die Statistik innerhalb eines solchen Organisationsplanes einnehmen? Es kommen hierfür hauptsächlich zwei Möglichkeiten in Betracht.

1. Die Eingliederung als besonderes Bureau neben der Buchhaltung und der Kalkulation in das Ressort der Rechnungsführung. Für diese Einrichtung sprechen zahlreiche Gründe, insbesondere der Zusammenhang zwischen diesen drei Teilen der Rechnungsführung in der Unternehmung.

2. Die Angliederung als besonderes Bureau an die Direktion. Für diese Verbindung sprechen folgende Erwägungen:

a) Die Statistik dient der Übersicht und der Kontrolle und ist daher in erster Linie ein Hilfsmittel der Leitung des Geschäfts.

b) Das von der Statistik bearbeitete Zahlenmaterial und besonders ihre Ergebnisse sind z. T. vertraulicher Art. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß die statistischen Zusammenstellungen auf einem kleinen Raum die besten Übersichten geben, welche, wenn nicht besondere Vorkehrungen — wie die Benutzung von Geheimbezeichnungen, von Schlüsseln für den Maßstab der graphischen Kurven usw. — getroffen werden, von jedermann leicht verstanden und mißbraucht werden können, was für die Aufstellungen der Buchhaltung weniger der Fall ist, während die Kalkulation weniger Übersichten als Einzelbilder enthält.

c) Da die Direktion diejenige Stelle ist, welche Organisationsfragen zu lösen hat, so steht ihr in manchem Großbetrieb für diese spezielle Aufgabe ein Organisationsfachmann zur Seite, der entweder als selbständige Arbeitskraft tätig oder zugleich Vorsteher des Direktionssekretariats ist, d. h. jenes Bureaus, das unmittelbar als Stütze der Direktion für die Erledigung der laufenden Arbeiten, insbesondere für vertrauliche Korrespondenzen, Personalangelegenheiten oder dergl. dient. Da, wie wir oben sahen, die statistische Abteilung sehr von der Organisation abhängt und auch umgekehrt in der Lage ist, die Organisation zu beeinflussen, und da ihre Arbeiten ebenfalls größtenteils vertraulicher Natur sind, so erscheint es angebracht, die Statistik, falls sie der Direktion angegliedert werden soll, je nach den Verhältnissen entweder als selbständiges Bureau oder als Organisations- und statistisches Bureau einzurichten.

Wo die Direktion des Unternehmens eine mehrköpfige ist, insbesondere dort, wo es eine kaufmännische und eine technische Leitung gibt, wird die statistische Abteilung am besten dem kaufmännischen Direktor unterstellt, weil dieser sich vorzugsweise mit der Organisation und der Kontrolle des gesamten Unternehmens zu befassen hat, es sei denn, daß die Statistik vorzugsweise produktionstechnischen Inhalts sei, so daß ihre Bearbeitung ein größeres technisches Verständnis erfordert.

Wo außer diesen beiden Direktoren noch eine Generaldirektion für denselben Betrieb besteht, gehört die Statistik, ebenso wie die Organisation, die Kontrolle und der Finanzdienst, zum Ressort der Generaldirektion.

In weitverzweigten, aus vielen örtlich getrennten Fabrikations-, Geschäfts-, Verkaufs-, Akquisitions-Niederlassungen und sonstigen Filialen bestehenden großbetrieblichen Unternehmungen, mit anderen Worten in den Konzernen, wie sie besonders in der Industrie vorkommen, besteht außer und über den Direktionen der einzelnen Niederlassungen bzw. Niederlassungsgruppen (Verkaufs-, Exportfilialen) eine Generaldirektion für den ganzen Konzern, die als Spitze einer ihr angegliederten Zentralverwaltung gleichsam das Herz des Gesamtunternehmens darstellt.

Diese Generaldirektion hat die wichtigsten, für den ganzen Konzern bedeutsamen Entscheidungen zu treffen, die Beziehungen der einzelnen Niederlassungen zueinander zu re-

Digitized by Google

geln, deren Tätigkeitsfeld gegenseitig abzugrenzen, widersprechende Maßnahmen und eine Konkurrenz der Niederlassungen untereinander zu verhindern, dafür zu sorgen, daß die Bestellungen der einzelnen Niederlassung möglichst an Glieder des Konzerns und an befreundete Firmen erteilt werden, die Bekanntmachung der technischen Erfahrungen und Fortschritte, die an einer Stelle gemacht wurden, zwecks allgemeiner Verwertung zu veranlassen, eine im Interesse der Vergleichung und der Übersicht möglichst gleichförmige Organisation der einzelnen Niederlassungen zu schaffen und endlich die Ergebnisse der Rechnungsführung der Niederlassungen besonders für die Generalbilanz und General-Gewinn- und Verlustrechnung zusammenzufassen. So wird denn auch diese Zentralverwaltung, außer den bei den einzelnen Niederlassungen etwa bestehenden statistischen Bureaus, ihrerseits ebenfalls eine Generalstatistik aufweisen.

Zu den Aufgaben der statistischen Bureaus der Zentralverwaltung gehören:

a) Die Beaufsichtigung der Niederlassungen durch den Vergleich ihrer statistischen Ergebnisse.

b) Die Erteilung möglichst einheitlicher Direktiven an die Statistik der einzelnen Niederlassungen, damit deren statistische Daten leicht zusammengefaßt und verglichen werden können. Eine solche einheitliche Statistik ist besonders für die Beamten- und die Arbeiterstatistik wertvoll.

c) Die Vornahme solcher statistischer Arbeiten, die weniger die einzelne Niederlassung als den Konzern betreffen, oder die nur einmal und am besten von einer einzigen Stelle zu machen sind, wie das Gebiet der äußeren Statistik (Statistik der allgemeinen und der speziellen Konjunktur, der Konkurrenzunternehmungen, der Beziehungen zu den Verkaufsorganisationen), die Absatzstatistik gemeinsamer Erzeugnisse usw., wodurch eine bedeutende Entlastung der einzelnen statistischen Bureaus erzielt wird.

IV. Der angegliederte statistische Dienst.

Die Veranlassung zur Vereinigung des statistischen Dienstes mit einem andern Dienst und die Vereinigung der beiden zu einem Organ in der Unternehmung ist, wie bei jeder Vereinigung zweier Funktionen in einem Organ, eine zweifache:

1. Bessere Ausnutzung der vorhandenen Arbeitskräfte unter der Voraussetzung, daß die Statistik den Statistiker nicht ausreichend zu beschäftigen vermag. Das kann in kleineren Betrieben vorkommen.

2. Die Vereinigung aus sachlichen, in der Natur der Arbeit liegenden Gründen, so die Vereinigung zweier Dienste, die in der ordnungsmäßigen und reibungslosen Erledigung der Arbeit eng aufeinander angewiesen sind.

Als Angliederungsformen des statistischen Dienstes kommen in Betracht:

1. Die Angliederung an die Buchhaltung, in industriellen Betrieben besonders an die sogenannte Betriebsbuchhaltung, und an die Kalkulation.

2. Die Angliederung an das Sekretariat.

3. Die Angliederung an die volkswirtschaftliche Abteilung.

4. Die Angliederung an die literarische Abteilung.

1. Die Angliederung der Statistik an die Buchhaltung.

Der Umstand, daß ein erheblicher Teil der Statistik in der Unternehmung im Zusammenhang mit der Buchführung und mit der Kalkulation entsteht, gibt die Erklärung, weshalb die Statistik in vielen Unternehmungen nicht als ein besonderes Organ ins Leben gerufen wird, das als statistisches Bureau oder als statistische Abteilung nach außen hin erkennbar wäre, sondern mit anderen Teilen der Organisation und insbesondere mit der Buchführung oder mit der Kalkulationsabteilung verbunden wird. Bei Untersuchungen über die Organisation kaufmännischer oder industrieller Unternehmen ist daher nicht aus dem Fehlen der statistischen Abteilung im Organisationsplan immer der Schluß zu ziehen, eine systematische Statistik sei in dem betreffenden Unternehmen nicht vorhanden, vielmehr ist besonders die Möglichkeit einer Verbindung der Statistik mit den übrigen Organen der Rechnungsführung in Betracht zu ziehen.

Eine solche Verbindung bildet in kleineren und mittleren Betrieben die Regel. In industriellen Betrieben tritt sie besonders in der Form einer Eingliederung der Statistik in die Betriebsbuchhalterei auf[1]).

2. Die Angliederung der Statistik an das Sekretariat.

Das Sekretariat ist ein in größeren Unternehmungen der Direktion für die Erledigung der laufenden Geschäfte zur Seite stehendes Verwaltungsorgan, zu dessen Obliegenheiten hauptsächlich der vertrauliche Briefwechsel und die Personalangelegenheiten gehören. Besonders ausgebaut ist das Sekretariat in den Großbanken, wo außerdem die juristischen Angelegenheiten und die bedeutenderen Geschäfte, insbesondere Gründungen und Emissionen, zu seinem Arbeitsfeld gehören.

Der Grund für die Angliederung der Statistik an das Sekretariat dürfte hauptsächlich in dem Bestreben nach Wahrung des Geschäftsgeheimnisses bezüglich der statistischen Aufzeichnungen zu erblicken sein.

3. Die Angliederung der Statistik an die volkswirtschaftliche Abteilung.

Wie aus der Bezeichnung dieses Organs hervorgeht, liegt dessen Arbeitsfeld in den Beziehungen des Unternehmens zur Volkswirtschaft, repräsentiert durch die Behörden und Körperschaften, die Interessenverbände, die Presse usw.

Während die persönliche Fühlungnahme mit den Behörden, der Presse und den wirtschaftlichen Kreisen wenigstens z. T. meist der Leitung zufällt, besteht das Bedürfnis, die ständige Fühlung und die laufenden Arbeiten dieser Art aus der allgemeinen Verwaltung des Unternehmens auszuscheiden, und sie einer besonderen Abteilung anzuvertrauen, deren Leiter ein Volkswirt, ein volkswirtschaftlicher Fachbeamter ist. Diesem wird auch häufig das soziale Dezernat übertragen: Arbeiter und Beamtenwohnungen, Unterstützungskassen und sonstige Wohlfahrtseinrichtungen.

In statistischer Hinsicht ist die volkswirtschaftliche Abteilung zur Herstellung des größten Teiles der äußeren Statistik besonders geeignet, und darin liegt wohl der Ursprung des Gedankens, dieser Abteilung auch die gesamte Statistik zu übertragen. Gegen diese Verbindung spricht aber die grundsätzliche Verschiedenheit volkswirtschaftlicher und privatwirtschaftlicher Statistik. Der Leiter der Statistik eines Unternehmens, deren Schwerpunkt immer in der inneren Statistik liegt, bedarf vor allem einer privatwirtschaftlichen Ausbildung und die Zahl der Persönlichkeit, die zugleich volks- und privatwirtschaftlich vorgebildet ist, ist z. Zt. noch recht gering.

4. Die Angliederung der Statistik an die literarische Abteilung.

Im literarischen Bureau handelt es sich zunächst um die Sammlung von Nachrichten zur Information und Anregung durch fortlaufende Überwachung der Veröffentlichungen, sowie der Berichte von Agenten und Vertretern und um die Weiterleitung dieser Nachrichten an die zuständigen Stellen im Unternehmen.

Hierbei kann es sich entweder um die technische Literatur des betreffenden Gewerbes handeln, z. B. der pharmazeutischen Veröffentlichungen für eine chemische Fabrik oder um die allgemeine wirtschaftliche Literatur, soweit sie Interesse bietet.

Meist erhält aber diese Abteilung einen besonderen Charakter dadurch, daß sie nicht bloß literarisches sammelt, sondern auch Veröffentlichungen im Dienste der Reklame veranstaltet, über die Reklamekredite verfügt, die Reklameschriften sowohl fremder Unternehmen als auch des eigenen Unternehmens sammelt bzw. verwaltet, Zeitschriften und Korrespondenzen herausgibt.

Ein weiteres Arbeitsfeld der literarischen Abteilung sind die laufenden Mitteilungen und Zirkulare des Unternehmens an seine einzelnen Organe, z. B. an seine auswärtigen Vertretungen und an seine Angestellten.

[1]) Über die Betriebsbuchhaltung vgl. Calmes, „Die Statistik im Fabrik- und Warenhandelsbetrieb", S. 19.

Die Großgleichrichter-Anlage im städtischen Elektrizitätswerk zu Hirschberg i. Schlesien.

Von Betriebsleiter **Johannes Obach**, Hirschberg.

(Schluß von S. 417.)

3. Beschreibung der Gleichrichteranlage.

Die Hauptteile der Anlage, nämlich die 3 Gleichrichterzylinder und die Vakuumpumpe, sind im Maschinenraum aufgestellt (Abb. 4).[1])

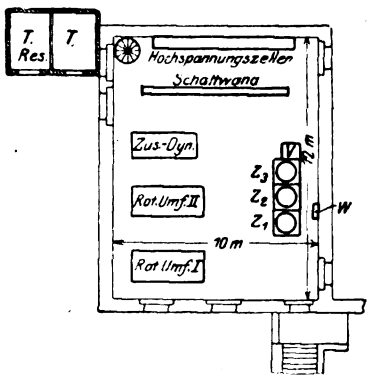


Abb. 4. Maschinenhaus, Erdgeschoß.

Alle 3 Zylinder Z 1, Z 2, Z 3 sind auf einem gemeinsamen schmideeisernen Sockel vereinigt. Der Sockel dient gleichzeitig zur Aufnahme der Trennschalter (Messerschalter) für die Arbeitsanoden, der Zuführungskabel und Wasserablaufhähne der Kühlvorrichtung. Wie aus Abb. 4 zu ersehen ist, nehmen die 3 Zylinder einschließlich der Vakuumpumpe *V*, fast denselben Platz ein, wie ein vorhandener rotierender Umformer. Ein rotierender Umformer leistet jedoch nur 100 kW, während die 3 Gleichrichterzylinder zusammen 750 kW leisten. Das Gewicht des Gleichrichters, einschließlich Zubehör, beträgt etwa 4100 kg. Infolge des geringen Gewichtes waren Fundamente nicht erforderlich.

An der den Gleichrichtern nächstliegenden Wand ist in handlicher Höhe eine kleine Marmortafel *W* mit darauf montiertem Ausschalter und Voltmeter für die Inbetriebsetzung des Drehstrommotors der Zünddynamo angebracht. Über der Marmortafel *W* ist in entsprechender Höhe der Umlaufkühler *K* für die Kühlung der Gleichrichter angebracht. Der Umlaufkühler besteht aus 8 Kühlelementen, welche oben und unten durch Rohrleitungen miteinander verbunden sind. Jedes Kühlelement ist mit zahlreichen Kühlrippen versehen, so daß das angewärmte Wasser hinreichend abgekühlt wird. Die Anordnung der Kühlvorrichtung und der Verlauf des Kühlwassers ist in der Abb. 5 dargestellt.

[1]) Ein Schaubild der Anlage ist auf S. 323 der „ETZ" 1918 gegeben.

Digitized by Google

Zur Kühlung der heißesten Stelle der Kathode ist unterhalb derselben ein Doppelboden angebracht, welcher zur Aufnahme des Kühlwassers dient. Ebenso sind um die Wandungen der Arbeitszylinder, der Anodenplatte und den Kondensationszylindern Blechmäntel gelegt, deren Hohlräume ebenfalls zur Aufnahme des Kühlwassers bestimmt sind.

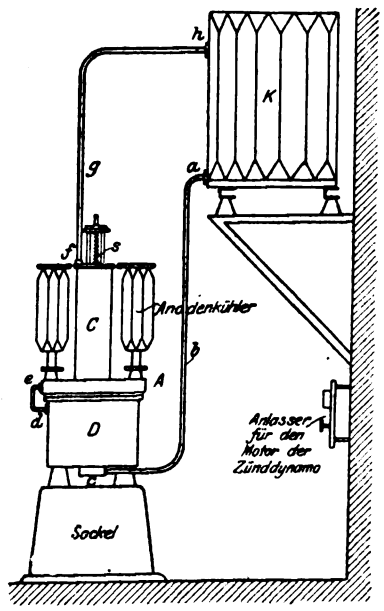


Abb. 5. Kühlvorrichtung.

Das gekühlte Wasser tritt bei *a* aus dem Kühler *K* durch die Rohrleitung *b* in die Kathodenkühlkammer *c* ein, durchfließt von hier aus den Mantel des Arbeitszylinders *D*, tritt bei *d* aus und durch das Verbindungsrohr bei *e* in die Anodenplatte *A* und von hier aus in den Kondensationszylinder *C* ein. Bei *f* fließt das angewärmte Wasser durch die Rohrleitung *g h* in den Umlaufkühler zurück.

Um eine Störung des Wasserumlaufes zu verhüten, ist die Kühlvorrichtung an geeigneter Stelle noch mittels Injektors an die städtische Wasserleitung angeschlossen, um im Bedarfsfalle den Umlauf des Wassers zu beschleunigen und somit eine erhöhte Kühlung zu erreichen.

Eine ausgiebige Kühlung des Gleichrichters ist schon deshalb erforderlich, damit eine Verdamptung des Dichtungsquecksilbers verhindert wird. Die Zu- und Abführungsrohrleitungen sind hinreichend mit Absperr- und Auslaßhähnen versehen. Gegen Überfüllung ist der Kühler mit einem Wasserstandsanzeiger und einem Überlauf versehen.

Außer der Umlaufkühlvorrichtung besitzt noch jede Anode einen isoliert aufgesetzten Anodenkühler aus Wellblech. Ein Kühlwasserverbrauch findet nicht statt, auch bedürfen diese Kühler keinerlei Wartung.

Der untere Zylinder *D* ist der eigentliche Arbeitszylinder, während der schmalere, obere Zylinder *C* als Kühlzylinder dient. Die Bodenplatte des Arbeitszylinders besitzt zur Aufnahme des Kathodenquecksilbers eine geeignete Aushöhlung *c*, während der obere Abschluß *A* die Haupt- und Nebenanoden aufnimmt, die sich um den Kühlzylinder herum gruppieren.

Der Kühlzylinder ist lediglich dazu bestimmt, die erzeugte Wärme abzuführen und die von der Kathode aufsteigenden Quecksilberdämpfe wieder zu kondensieren. Der Deckel des Kühlzylinders trägt die Aufhängeöse und das zum Anlassen benutzte Zündsolenoid *S*, welches um einen gasdicht mit dem Deckel verbundenen Porzellankörper gewickelt ist. Sämtliche Verbindungsstellen am Gleichrichterzylinder sind autogen geschweißt. Der Gleichrichter läßt sich nur an einer einzigen Stelle öffnen, u. zw. durch Abheben der Anodenplatte mit dem Kühlzylinder vom Arbeitszylinder. Der ringförmige Anodenträger ist mittels Schrauben gegen den unteren Arbeitszylinder gepreßt und wird durch Quecksilber vollkommen gasdicht abgeschlossen.

Die Hauptanoden bestehen aus Eisen. Die Führung des Lichtbogens zwischen Anoden und Quecksilberkathode erfolgt zwangläufig, durch Leitröhren aus Schamotte, bis wenige Millimeter über der Kathodenoberfläche. Durch Porzellanschirme und geeignete Schrägstellung der Leitröhren wird Rückzündung zwischen Anoden und Gehäusewand vermieden.

Das Zündsolenoid *S* ermöglicht das Heben und Senken des im Innern desselben angebrachten zylindrischen Eisenkörpers, der mit einem durch das ganze Vakuumgefäß hindurchragenden Eisenstab verbunden ist. Am unteren Ende dieses Eisenstabes befindet sich die Zündanode, etwa 10 mm über der Kathodenoberfläche.

Das Anlassen geschieht in der Weise, daß mit Hilfe des Solenoids die Zündanode, die über einem Widerstand mit dem Pluspol der Zündanode in Verbindung steht, ganz kurz mit der Kathode in Berührung gebracht wird. Beim Zurückgehen der Zündanode bildet sich ein kleiner Lichtbogen, der das Einsetzen der Haupt- oder Arbeitsanoden veranlaßt. Die Inbetriebsetzung des Gleichrichters beschränkt sich auf das Betätigen eines Druckknopfes für den Zündstromkreis und eines Hebelschalters für den Belastungswiderstand und nimmt nur wenige Sekunden in Anspruch. Außer der Zündanode und 6 Arbeitsanoden besitzt jeder Zylinder noch 2 Hilfsanoden[1]).

Zur Erreichung des für den Betrieb erforderlichen hohen Vakuums ist an den Zylinder *Z* 3 eine durch einen Elektromotor angetriebene rotierende Ölluftpumpe *V* angebaut, welche durch eine Rohrleitung, unter Zwischenschaltung von Absperrventilen, mit den 3 Zylindern verbunden ist. Die Ölluftpumpe erzeugt ein Vakuum von 0,005 mm Quecksilbersäule.

Zur Messung des Vakuums in den Zylindern ist an der Ölluftpumpe ein Mc. Leodsches Kompressionsmanometer eingebaut. Außerdem besitzt jeder Zylinder noch ein Vakuumvoltmeter, welches an der Hauptschaltwand angebracht ist. Der Ausschlag dieser Voltmeter ist um so größer, je höher das Vakuum im Gleichrichterzylinder ist.

Für die zur Betätigung und Beobachtung erforderlichen Apparate wie Schalter, Sicherungen, Druckknöpfe, Signallampen, Meßinstrumente, Gleichstromzähler, Steuerrad für den Induktionsregler mit Stellungsanzeiger usw. sind auf der Schaltwand 3 nebeneinander liegende Schaltfelder vorhanden. Während die Meßinstrumente, der bestehenden Anlage gemäß, auf die Vorderseite der Marmortafeln montiert sind, sind von den Schaltern nur die isolierten Griffe zu sehen. Die Schalter selbst und die Sicherungen sowie der Gleichstromzähler und der Kettenantrieb für den Induktionsregler befinden sich auf der Rückseite der Schaltwand. Die Instrumente und Schaltapparate der Gleichrichteranlage sind in übersichtlicher Weise angeordnet, jedoch so, daß sie sich von der bestehenden rotierenden Umformerschaltanlage kaum merklich abhebt und die gesamte Schaltanlage dadurch ein gefälliges Bild gibt.

In einer Reserve-Hochspannungszelle hinter der Schaltwand sind die Messertrennschalter und ein Hilfstransformator für den Antrieb des Zünddynamomotors, des Ventilators am Induktionsregler und des Vakuumpumpenmotors untergebracht. Der Hilfstransformator hat eine Leistung von 3 kW.

Der für den eigentlichen Betrieb der Gleichrichter erforderliche Transformator von 750 kVA Leistung ist in einem Anbau *T* neben dem Maschinenhause untergebracht. Das Transformatorenhäuschen ist so groß, daß später noch ein Reservetransformator untergebracht werden kann. Jede Phase der Primärseite des Transformators ist mit 8 verschiedenen Anzapfungen versehen für den Fall, daß die ankommende Hochspannung von 10 000 V bis auf 8800 bzw. 8000 V sinkt.

Im Kellerraum (Abb. 6) unter den Zylindern *Z* 1, *Z* 2, *Z* 3 sind 3 Zellen *A* 1, *A* 2, *A* 3 aufgestellt. Dieselben enthalten 6 Anodensicherungen und die erforderlichen Drosselspulen,

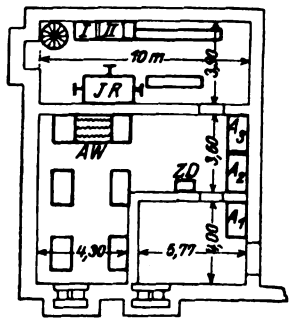


Abb. 6. Maschinenhaus, Keller.

welch letztere ein Parallelarbeiten der Gleichrichterzylinder mit der Batterie und den Synchronumformern ermöglichen. Außer den Anodensicherungen und Drosselspulen sind in den Zellen noch die Erregertransformatoren, Erregerdrosselspulen, Erregerwiderstände sowie die Transformatoren für die Vakuummeßvorrichtung und eine Marmorschalttafel mit den erforderlichen Sicherungen für die Erregung untergebracht. Unterhalb der Apparate befinden sich die Sammelschienen, welche in Flachzink ausgeführt sind.

Gegenüber der Zelle *A* 2 hat die Zünddynamo *ZD* mit einem Drehstrom-Antriebsmotor und zwischen den Pfeilern des Fundaments für die Zusatzdynamo haben die Anlaß- bzw. Belastungswiderstände *AW* für die 3 Zylinder Aufnahme gefunden. Über der Zünddynamo befindet sich noch eine kleine Marmorschalttafel mit den erforderlichen Schaltern, Sicherungen und Meßinstrumenten.

Im Nebenraum ist ein schmiedeeisernes Gehäuse zur Aufnahme des Induktionsreglers *IR* aufgestellt. Das Gehäuse enthält außerdem noch 3 Stück 6-polige Hebelschalter und die Umgehungsleitungen für den Induktionsregler. Mit Hilfe der 3 sechspoligen Schalter und der Umgehungsleitungen ist man in der Lage, die Stromverluste des Induktionsreglers zu sparen, wenn Schalter 1 und 2 geöffnet und Schalter 3 geschlossen ist. Die Anordnung der Schaltung

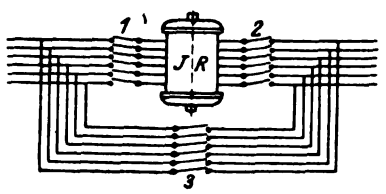


Abb. 7.

ist aus Abb. 7 ersichtlich. Die Verluste des Induktionsreglers betragen bei:

Belastung . .	4/4	3/4	1/2	0
Kilowatt . .	4,8	3,9	3,2	2,4.

Gegenüber dem Induktionsregler sind noch 2 Hochspannungszellen *I* und *II* aufgestellt, in welchen 2 Meßwandler für den 750 kW-Transformator, die erforderlichen Hochspannungs-Trennschalter und ein dreipoliger Hochspannungs-Ölausschalter für 200 A untergebracht sind. Letzterer kann außer von Hand auch durch Druckknöpfe von der Bedienungsschalttafel aus durch magnetischen Fernantrieb betätigt werden. Ferner ist der Schalter noch mit einem zweipoligen Maximalzeitrelais mit Öffnungskontakten für Nullspannungsauslösung verbunden, welcher bei Überlastung der Gleichrichter in Tätigkeit tritt. Das Maximalzeitrelais sowie 2 Drehstromzähler sind neben der Zelle *II* untergebracht. Von den Drehstromzählern dient einer zur Kontrolle.

[1]) Betreffs der Theorie der Quecksilberdampf-Gleichrichter verweisen wir auf die bezüglichen Veröffentlichungen von Pollack („ETZ" 1907, S. 599), Hahn („ETZ" 1908, S. 178), Schulze („ETZ" 1909, S. 295) usw.

Digitized by Google

Für die Hoch- und Niederspannungs-Verbindungskabel, Sammelschienen sowie für die übrigen Verbindungs- und Meßleitungen ist ausschließlich Zink verwendet. Die Kabel sind zum größten Teile unterirdisch verlegt. Die Sammelschienen sind auf Isolatoren verlegt, während sämtliche Vakuum-, Erreger- und Meßleitungen in Isolierrohr mit verbleitem Eisenmantel verlegt sind. Sämtliche Leitungen sind so stark bemessen, daß bei einer 10-stündigen Belastung mit 500 kW eine übermäßige Erwärmung nicht auftritt.

Die grundsätzliche Schaltung der Großgleichrichter-Anlage in Verbindung mit der bestehenden rotierenden Umformeranlage zeigt Abb. 8.

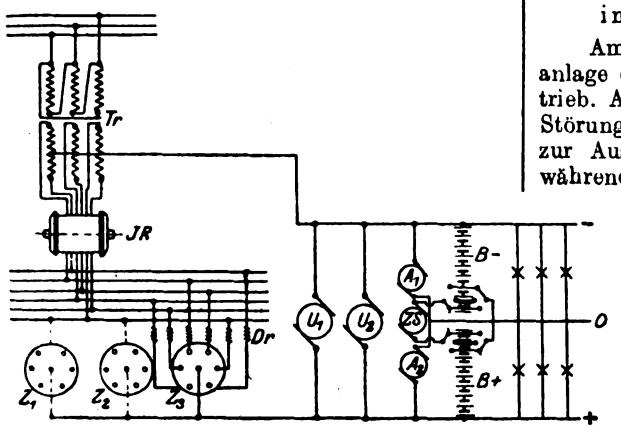


Abb. 8. Grundsätzliche Schaltung der Großgleichrichter-Anlage.

Es bedeuten hierbei: *Tr* den 750 kW-Transformator, *IR* den Induktionsregler, *Z* 1, *Z* 2, *Z* 3 die 3 Gleichrichterzylinder von je 250 kW Leistung, *Dr* die Drosselspulen, *U* 1 und *U* 2 die beiden Synchronumformer von je 100 kW Leistung, *ZS* die Zusatzdynamo mit den beiden Antriebsmotoren bzw. Ausgleichsmotoren *A* 1 und *A* 2, *B* + und *B* — die Akkumulatorenbatterie. Die Primärseite des Transformators ist wie die Synchronumformer an die 10 000 V-Drehstromleitung angeschlossen. Sekundär liefert der Transformator eine Spannung von 6 × 350 V. Der Spannungsmittelpunkt der Sekundärwicklung bildet den Minuspol des Gleichstromkreises, die Kathode des Gleichrichters den Pluspol. Bei geringer Schwankung der Primärspannung erfolgt die Regulierung der Gleichstromspannung durch den Induktionsregler, der die Erhöhung der Spannung von 440 auf 500 V ermöglicht. Für erheblich niedrigere Hochspannungen als 10000 V ist der Transformator auf der Primärseite mit Anzapfungen versehen. Die Regelung erfolgt hierbei mittels Umklemmung. Eine weitere Regelung der Spannung kann auch mittels der Drosselspulen vorgenommen werden, welche ebenfalls hinreichend mit Anzapfungen versehen sind. Die Spannungsteilung erfolgt nach wie vor durch die Akkumulatorenbatterie oder auch durch das Ausgleichsaggregat.

Die Inbetriebsetzung des Gleichrichters erfolgt in der einfachsten Weise folgendermaßen. Nachdem das Vakuum des betreffenden Zylinders geprüft und mindestens 0,02 bis 0,03 mm Quecksilber festgestellt und die Zünddynamo in Betrieb gesetzt worden ist, bedarf es nur des Einlegens eines Hebels für den Belastungswiderstand und des Drückens auf einen Druckknopf für die Zündung. Nach etwa 3 s wird der Netzhebel eingelegt, der Belastungswiderstand abgeschaltet, und schon arbeitet der Gleichrichter auf das Netz.

Während des Betriebes bedarf der Gleichrichter fast keiner Wartung, nur ist zeitweilig das Vakuum und die Kühlung nachzuprüfen. Sinkt das Vakuum im Zylinder auf die niedrigst zulässige Grenze, was hauptsächlich bei hoher Belastung der Fall ist, so muß die Luftpumpe in Betrieb genommen werden, bis das erforderliche Vakuum wieder erreicht ist, oder sie bleibt während der Höchstbelastung auch dauernd in Betrieb, je nachdem es der Zustand der Anlage erfordert. Da die Luftpumpe mit verschiedenen elektrischen und mechanischen Sicherungseinrichtungen ausgestattet ist, so gestaltet sich ihr Betrieb fast aufsichtslos. Das Vakuum ist auch abhängig von der Kühlung. Wird der Zylinder bei hoher Belastung zu warm, so geht das Vakuum zurück. In diesem Falle genügt die selbsttätige Kühlung des Umlaufkühlers nicht, und es muß die Zirkulation des Kühlwassers mit Hilfe des Injektors beschleunigt werden. Im allgemeinen findet ein Kühlwasserverbrauch nicht statt, ebenso hat auch diese Kühlung noch den Vorzug, daß sie keinerlei Wartung bedarf.

4. Verhalten der Gleichrichteranlage in dem ersten Betriebsjahre.

Am 12. II. 1918 war die Gleichrichteranlage ein volles Jahr ununterbrochen in Betrieb. Allerdings sind während dieser Zeit einige Störungen aufgetreten. Da jedoch ein Zylinder zur Aushilfe vorhanden ist, so konnte auch während der Zeit der Reparatur eines Zylinders der Betrieb mit der Gleichrichteranlage aufrechterhalten werden.

Die Störungen traten hauptsächlich am Zylinder 2 auf, u. zw. durch Kurzschluß der Anoden innerhalb des Zylinders. Die Ursache wurde auf die Porzellananodenhülsen zurückgeführt, welche bei hoher Belastung gesprungen waren. Die Porzellananodenhülsen sind nun in letzter Zeit durch Eisenanodenhülsen ersetzt worden, was erwarten läßt, daß weitere Störungen nicht mehr auftreten werden. Am Zylinder 1 und 3 welche von jeher Anoden mit Eisenhülsen besaßen, sind während des Betriebsjahres derartige Störungen nicht aufgetreten, so daß wohl anzunehmen ist, daß Eisen das geeignetste und widerstandsfähigste Material für die Anodenhülsen ist.

Außer den Störungen an Zylinder 2 sind noch Störungen an Zylinder 1 und 3 aufgetreten, die jedoch geringfügiger Natur waren und schnellstens behoben werden konnten. Am Zylinder 1 versagte die Zündung. Nach Verstellen bzw. Verkürzen der Zündstange war der Fehler beseitigt. Am Zylinder 3 dagegen war der Kathodenring (Porzellan) gesprungen und mußte durch einen neuen Porzellanring ersetzt werden. Seit 6 Monaten sind an den beiden Zylindern 1 und 3 weitere Störungen nicht zu verzeichnen.

Ein Verschleiß an Kathodenmaterial hat nicht stattgefunden. Das verdampfte Quecksilber kondensiert im Kühlzylinder sehr rasch und fließt infolge seines hohen spezifischen Gewichtes wieder zur Kathode zurück. Da die Luftleere im Zylinder auch eine Oxydation verhindert, so kann praktisch kein Verbrauch an Kathodenmaterial stattfinden. Nur für die Dichtungen sind innerhalb des ersten halben Betriebsjahres 1½ kg Quecksilber zum Nachfüllen verbraucht worden. Vermutlich sind auf dem Transport oder auch bei der erstmaligen Füllung der Dichtungen Luftbläschen entstanden, welche durch den Betrieb und die damit verbundene Erwärmung der Zylinder entwichen sind, wodurch die Nachfüllung von Dichtungsmaterial erforderlich wurde. Jeder Zylinder enthält an Kathoden- und Dichtungsmaterial etwa 48 kg Quecksilber.

5. Kostenaufstellung und Betriebsergebnisse.

Die Kosten der Anlage betragen:

3 Gleichrichterzylinder von je 250 kW, also insgesamt von 750 kW Leistung, einschließlich allem Zubehör	35 524,— M
Die hierzu erforderliche Schaltanlage einschließlich sämtlicher Schalter, Sicherungen, Apparate u. Meßinstrumente	15 632,95 „
Summe .	51 156,95 M
Hierzu die Kosten für das Transformatorenhäuschen .	2 639,— M
Eine Aufzugsvorrichtung . .	880,65 „
Sonstige Maurer- u. Zimmererarbeiten	914,92 „
Versch. Schlosserarbeiten, Maler- und sonstige Arbeiten .	1 048,31 „
Die Gesamtkosten der Gleichrichteranlage somit . .	56 589,88 M.

Das Betriebsergebnis des ersten Verwaltungsjahres vom 1. IV. 1917 bis 31. III. 1918 ergibt nachstehende Zahlentafel:

Monat	Jahr	kWh Gleichstrom	kWh Drehstrom	Wirkungsgrad
April, Mai, Juni	1917	95 953	106 175	90,38
Juli, August, September .	1917	109 650	125 965	87,05
Oktbr., Novbr., Dezember . .	1917	188 382	211 005	89,28
Januar, Februar, März	1918	163 140	178 115	91,60
Insgesamt . .	1917/18	557 125	621 260	rd 90,00

Der Jahresbezug an Gleichstrom beträgt somit 557 125 kWh. Die aufgewendete Drehstromenergie 621 260 kWh. Der durchschnittliche Gesamtwirkungsgrad ist also rd 90%. Hierin sind außer den Verlusten des Transformators noch die Verluste des Induktionsreglers der Drosselspulen, der sonstigen Hilfsmaschinen, Apparate und Leitungsverluste mit eingeschlossen.

Die Firma verbürgt folgende Wirkungsgrade bei $\cos\varphi = 1$:

Belastung . .	1/1	3/4	1/2	1/4
Wirkungsgrad	93	93	92,75	91,8

Tol. ± 1,5%.

Hierin sind jedoch die Nebenverluste, also die des Induktionsreglers, der Drosselspulen usw. nicht mit enthalten. Wenn man bedenkt, daß die Verluste des Induktionsreglers je nach der Belastung allein schon 2,4 bis 4,8 kW betragen, so sind die Bedingungen betreffs des Wirkungsgrades in vollem Maße erfüllt.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß die Gleichrichteranlage den gestellten Erwartungen vollkommen entsprochen und somit gezeigt hat, daß sie gegenüber den rotierenden Umformern, nicht bloß gleichwertig, sondern auch hinsichtlich Wirkungsgrad, Verschleiß und Wartung den rotierenden Umformern sogar weit überlegen ist. Die Ergebnisse des ersten Betriebsjahres der Gleichrichteranlage haben also das in sie gesetzte Vertrauen voll gerechtfertigt und bewiesen, daß sie für die Betriebsverhältnisse der Stadt Hirschberg den rotierenden Umformern weit überlegen ist, nicht allein in bezug auf Verschleiß und Wartung, sondern auch, was das Wesentlichste ist, in bezug auf den Wirkungsgrad. Gerade mit Hinblick auf den hohen Wirkungsgrad scheint aber der Großgleichrichter in einer Zeit, wo jede Vergeudung von elektrischer Energie vermieden werden sollte, auch für andere und weit größere Betriebe als die der Stadt Hirschberg weit mehr Beachtung zu verdienen, als dies bisher geschehen ist.

Die elektrischen Krafterzeugungs- und Verteilungsanlagen des schwedischen Staates.[1])

Als im Jahre 1906 die gesetzgebenden Körperschaften in Schweden übereinkamen, die Wasserkräfte des Trollhätta-Falles auszunützen, erregte dieser Beschluß berechtigtes Aufsehen, einmal wegen der für damalige Zeit ungewöhnlichen Größe des Unternehmens, und zweitens deswegen, weil der Staat zum ersten Male als Wettbewerber in einer neuzeitlichen Industrie auftreten sollte, die sich von den sonstigen staatlichen, monopolarti-

[1]) Nach W. Borgquist, „Teknisk Tidskrift" 1916, Heft 15 und 16. Frühere Berichte siehe „ETZ" 1915, S. 689; 1916, S. 648; 1917, S. 546.

Digitized by Google

gen Unternehmungen wesentlich unterschied. Allerdings konnte der im damaligen Umfange begonnene Ausbau der Trollhätta-Wasserkräfte zunächst nur als ein örtlichen Bedürfnissen dienendes Werk, wenn auch von beträchtlicher Größe, angesehen werden. Durch den Ankauf zweier weiterer Wasserfälle im Götaflusse (bei Lilla Edet und Vargön) wurde aber bald (im Jahre 1908) der Grund zu einer großzügigen Entwicklung der staatlichen Elektrizitätsindustrie gelegt; wurde doch durch das Hinzukommen dieser beiden bedeutenden Kraftquellen die Möglichkeit gegeben, das Trollhättawerk, das bei vollem Ausbau etwa 60 % der gesamten z. Zt. in Schweden durch Wasserkraft und Dampfkraft hergestellten elektrischen Energie liefern kann, wirtschaftlicher auszunutzen.

Im Jahre 1909 wurde die Königliche Wasserfalldirektion[1]) geschaffen und dieser Behörde die Leitung der staatlichen Elektrizitätsunternehmungen übertragen. An Kraftwerken kamen hinzu das Porjus-[2]) und Älfkarleby-Werk; ersteres ist für die wirtschaftliche Entwicklung des nördlichsten Schwedens von größter Bedeutung, letzteres schuf dem an Wasserkräften armen östlichen Teile Mittelschwedens einen sehr erwünschten Lieferer elektrischer Energie.

Der Staat beschränkte sich jedoch nicht nur darauf, elektrische Kraft herzustellen, sondern baute auch von den genannten Kraftwerken als Mittelpunkten ausgehend, Verteilungsnetze, durch die er in den Stand gesetzt wurde, die Elektrizität unmittelbar an die Verbraucher abzugeben, durch diese wohlfeile Lieferung elektrischer Arbeit an die Industrie, das Handwerk und die Landwirtschaft in hervorragender Weise für die wirtschaftliche und soziale Entwicklung in ausgedehnten Teilen des Landes sorgend. Beschleunigt wurde der Ausbau der Verteilungsnetze unzweifelhaft durch die Teuerung und den Mangel an Brennstoffen während des Krieges, so daß durch diesen Umstand die staatliche Elektrizitätsindustrie ganz besonders in ihrer Entwicklung gefördert wurde.

Die kürzlich erfolgte Inbetriebnahme des ersten Ausbaues des Dampfkraftwerkes bei Västeras bildet gewissermaßen den Schlußstein in dem großen Gebäude der staatlichen Kraftversorgungsanlagen (Abb. 1). Zunächst nur als Hilfs- und Rückhaltwerk für das Älfkarleby-Wasserkraftwerk gedacht, soll es demnächst auch mit dem Verteilungsnetze des Trollhätta-Werkes verbunden werden, so daß durch die Errichtung dieses Dampfwerkes die Absicht des Staates dargetan ist, den geschäftsmäßigen Vertrieb elektrischer Arbeit, unabhängig von äußeren Einflüssen, zum leitenden Gesichtspunkt des ganzen Unternehmens zu machen, das infolge der ständig steigenden Nachfrage nach elektrischer Energie in nicht zu ferner Zeit die Bereitstellung weiterer Kraftwerke erfordern wird.

Die folgenden Abb. 2 bis 5 und die Zahlentafeln 1 und 2 geben ein Bild über die teilweise sprunghafte Entwicklung der staatlichen Kraftwerke.

Zur Zeit entfällt auf die staatlichen Kraftwerke etwa ⅓ aller in Schweden hergestellten elektrischen Arbeit, und das von der Wasserfalldirektion verwaltete Hochspannungsnetz für Spannungen von 10 kV und darüber dürfte ebenfalls etwa ⅓ aller vorhandenen Hochspannungsleitungen ausmachen; 30 % der Einwohner Schwedens wohnen in den Landesteilen, die von den staatlichen Werken mit Energie beliefert werden.

Zahlentafel 1. Wert der Kraftanlagen einschließlich der Naturkräfte in Mill. M.

Jahr	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Trollhätta-Werk	20,6	23,3	26,4	29,6	32,0	36,0	43,1	50,5
Porjus-Werk	—	—	—	—	14,4	15,0	16,2	17,4
Älfkarleby- und Västeras-Werk	—	—	—	—	—	18,3	23,5	29,1
zusammen . . .	20,6	23,3	26,4	29,6	46,4	69,3	82,8	97,0

Zahlentafel 2. Reingewinn in Mill. M.

Jahr	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Trollhätta-Werk	0,74	0,80	1,26	1,57	1,90	2,70	3,03	3,48
Porjus-Werk	—	—	—	—	0,61	0,75	0,78	0,90
Älfkarleby-Werk	—	—	—	—	—	1,27	1,62	1,90
zusammen . . .	0,74	0,80	1,26	1,57	2,51	4,72	5,43	6,28
in % des Anlagekapitals .	3,58	3,38	4,79	5,30	5,43	6,80	6,55	6,48

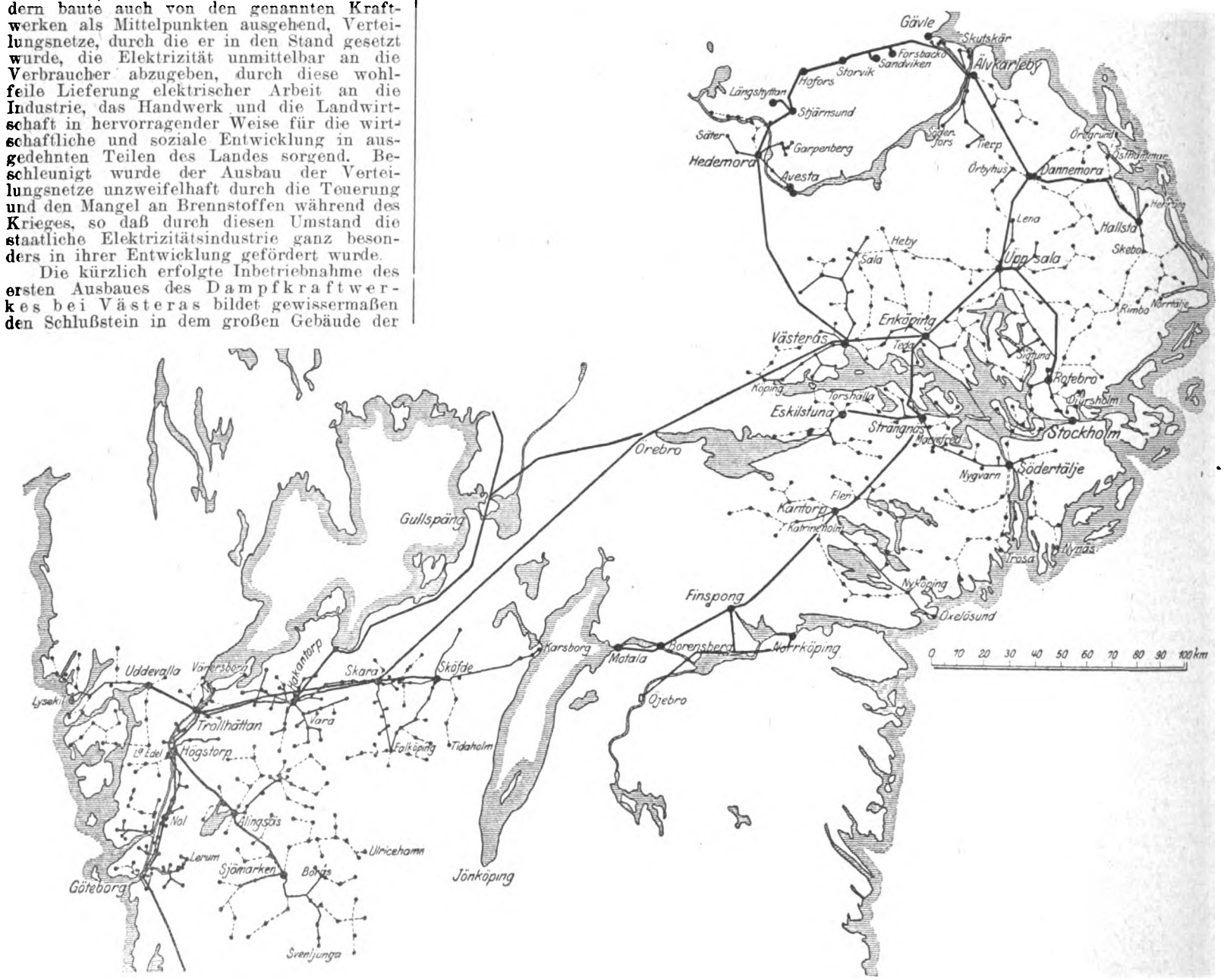


Abb. 1. Übersicht der staatlichen Kraftversorgungsanlagen Schwedens.

Das Trollhätta-Werk[1]).

Das Kraftwerk ist z. Zt. mit 8 Maschineneinheiten zu je 8500 kW und 2 Maschinensätzen von je 9000 kW Höchstleistung ausgerüstet, so daß insgesamt 86 000 kW zur Verfügung stehen. Alle Maschinen arbeiten parallel; sie können infolge der gewählten Schaltanordnung beliebig auf die ausgehenden Fernleitungen geschaltet werden. Drosselspulen, die in die 10 kV-Sammelschienen eingeschaltet sind, verhindern, daß Störungen infolge von Kurzschlüssen in einem Teile des Netzes sich auf die benachbarten Teile der Anlage fortpflanzen. Fällt beispielsweise die Spannung in einem Teile des Kraftwerkes auf Null, so hält sich trotzdem die Spannung in den beiden benachbarten Gruppen auf 60 % der üblichen; in den weiter entfernten Maschinengruppen ist die Spannungsminderung ganz gering. Die Drosselspulen verhindern, daß der Kurzschlußstrom im Netze größer als der 3½-fache Dauerkurzschlußstrom eines Stromerzeugers wird.

Etwa 60 % der im Trollhätta-Werke erzeugten elektrischen Arbeit wird an die in der Umgegend angesiedelte Großindustrie ab-

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 698.
[2]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 225.

[1]) Vgl. „ETZ" 1913, S. 1115, 1371.

Digitized by Google

gegeben, die übrige geht also 50 kV-Strom in die Fernleitungen. Diese erstrecken sich über Hakantorp und Skava nach Sköfde (etwa 100 km), über Högstorp und Nol nach Göteborg (etwa 75 km) und über Lilla Edet und Alingsas nach Boras (etwa 100 km). Eine neue Hochspannungslinie wird von Trollhätta nach Uddevalle (25 km) gebaut.

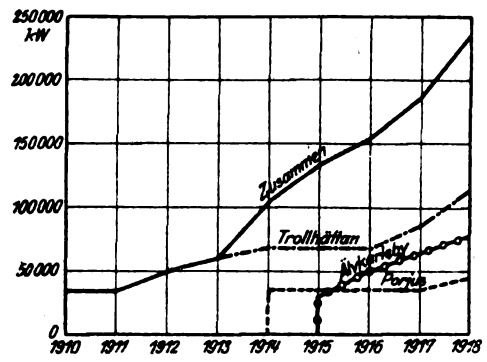


Abb. 2. Aufgestellte Maschinenleistung.

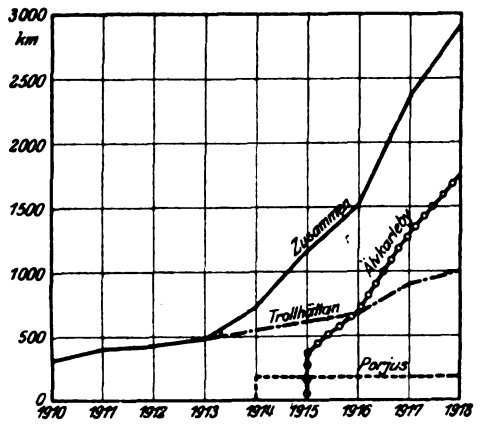


Abb. 3. Länge der Hochspannungsleitungen für 10 kV und mehr.

8 Umformerwerke (ein neuntes ist in Uddevalle im Bau) setzen die Spannung auf 20 kV herab, welche als die für die Überlandversorgung geeignetste Mittelspannung angesehen wird; einige ältere Verteilungsanlagen arbeiten mit 10 kV.

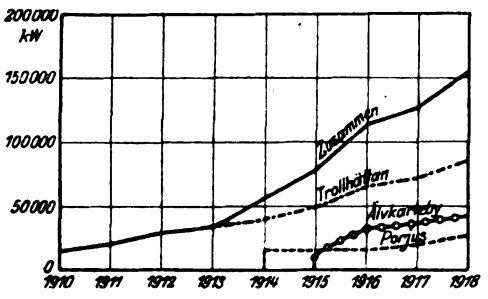


Abb. 4. Höchste Beanspruchung der Werke.

Das zum Trollhätta-Werke gehörige Stromversorgungsgebiet erstreckt sich westlich bis Lysekil (55 km entfernt), östlich bis Karlsborg (140 km) und südlich bis Ljungaskog (125 km).

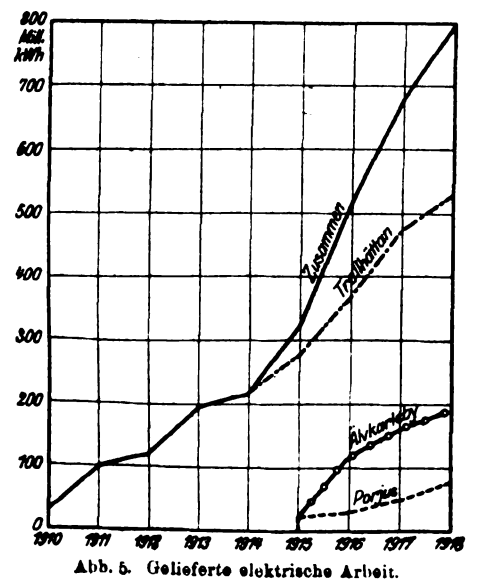


Abb. 5. Gelieferte elektrische Arbeit.

Seit dem Jahre 1916 liefert die Wasserfalldirektion auch Arbeit aus dem Trollhätta-Werke an schon bestehende Stromverteilungsnetze, so an die Gullspang-Munkfors-Kraftgesellschaft über einen Motorerzeuger und an das der Yngeredsfors-Gesellschaft gehörige Netz südlich Göteborg mittels eines Periodenumformers. Beiden Gesellschaften dient das Trollhätta-Werk als Rückhalt bei Wassermangel in den eigenen Kraftwerken, dem sonst durch Inbetriebnahme von Dampfreserven abgeholfen werden müßte. Durch diese Anschlüsse erweitert sich das Versorgungsgebiet des staatlichen Kraftwerkes bis Kristinehamm am Nordende des Venersees (180 km entfernt) und bis Varborg, 75 km südlich Göteborg.

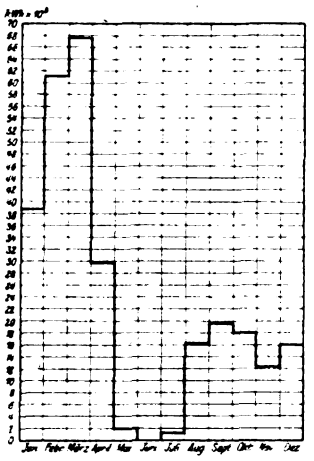


Abb. 6. Beanspruchung des Västeras-Werkes.

In besonders trockenen Jahren beträgt der geringste Wasserzufluß im Götaflusse 325 sm³, in der Regel stehen jedoch wenigstens 375 sm³ zur Verfügung. Bisher betrug der größte Wasserverbrauch im Kraftwerke etwa 300 sm³, also 90 % der geringsten verfügbaren Wassermenge.

Das Älfkarleby-Werk.

Das Werk ist mit 5 Maschinensätzen zu je 10 000 kW Höchstleistung voll ausgebaut. Die elektrische Arbeit wird mit 70 bis 77 kV dem südlich gelegenen, mit 40 bis 44 kV dem westlich gelegenen Netze zugeführt und mit 20 bis 22 kV an die Umgegend von Älfkarleby abgegeben. Die Schaltanlagen des Werkes sind der geringen Anzahl der Stromerzeuger wegen ziemlich einfach. Bemerkenswert ist, daß Überspannungsschutz nicht vorgesehen ist. Die Erfahrung hat auch gezeigt, daß für gut isolierte Hochspannungsanlagen Überspannungsschutz nicht durchaus notwendig ist.

Als Aushilfe bei Wassermangel und zur Bewältigung der Spitzenbelastung dient das bei Västeras neu errichtete staatliche Dampfkraftwerk, das innerhalb 30 min mit der vollen Belastung in Betrieb genommen werden kann. Bei Hochwasser soll es außerdem dazu benutzt werden, durch Einschalten der Dynamos als Synchronmotoren in die nach Süden führenden, meist stark belasteten Fernleitungen deren Leistungsfaktor zu verbessern.

Das Verteilungsnetz des Älfkarleby-Werkes ist, abweichend von dem ersten Entwurfe, südlich des Mälarsees etwas umgestaltet worden.[1]) 70 kV-Linien sollen außer von Strängnäs nach Södertälje auch von Strängnäs über Kantorp und Finspong nach Borensberg gebaut werden, von wo die Linie dann bis Mótala verlängert werden soll. Zahlreiche Umformerwerke wandeln die Spannung in die übliche Überland-Verteilungsspannung von 20 kV. In Hedemora vereinen sich die von Västeras und Älfkarleby kommenden 40 kV-Leitungen. Wenn späterhin im nördlichen Schweden noch zu erbauende Wasserkraftwerke Strom an das Älfkarleby-Werk liefern sollen, wird Hedemora Vereinigungspunkt dieser Speiseleitungen mit dem vorhandenen Netze werden. Da sich in und bei Södertälje voraussichtlich größere Industrieen ansiedeln werden, ist das hier befindliche Umformerwerk so angelegt, daß es mit einem später zu errichtenden kleineren Dampfhilfswerk ohne weiteres parallel geschaltet werden kann, falls der Kraftbedarf in und bei Södertälje nicht ständig aus dem Netze befriedigt werden kann.

Die Umformer der Sekundärwerke sind mit einer größeren Zahl von Anzapfstellen versehen, so daß die Anwendung von Walzenschaltern es ermöglicht, daß die Spannung im Verteilungsnetz auf gleichmäßiger Höhe gehalten werden kann, selbst wenn die Spannung in den Hochspannungs-Speiseleitungen beträchtlich schwankt.

Das Stromverteilungsnetz des Älfkarleby-Werkes hat sich außerordentlich schnell entwickelt. Der Abstand zwischen dem nördlichsten und südlichsten Punkte beträgt etwa 260 km, die größte Übertragungsentfernung sogar 300 km. In diesem weitverzweigten Netze sind die beiden staatlichen Kraftwerke bei Älfkarleby und Västeras zwar die beiden größten Kraftquellen, jedoch nicht die einzigen. Viele ältere private und städtische Wasser- und Dampfkraftwerke sind an das Netz angeschlossen; meist entnehmen sie Strom von den staatlichen Werken, da ihre eigenen Stromerzeuger nicht mehr ausreichen, um den schnell gestiegenen Bedarf ihrer Abnehmer zu decken. Dies Zusammenarbeiten hat sich bisher durchaus bewährt.

Seit einiger Zeit liefern die staatlichen Kraftwerke mittels einer 20 kV-Leitung auch elektrische Arbeit an das städtische Elektrizitätswerk in Stockholm. Teils wird der Strom von 50 ∼ der staatlichen Werke durch einen Motorumformer in Drehstrom von 25 Perioden umgewandelt, teils speist er mittels Kaskadenschaltung die Drehstrommotoren von 25 ∿ der Drehstrom-Gleichstromwandler der städtischen Unterwerke. Auch ein neu errichtetes großes Eisenwerk in Oxelösund ist an die staatliche Kraftleitung angeschlossen. Das Werk hat zwar ein eigenes mit Gasmaschinen ausgestattetes Kraftwerk; da jedoch z. Zt. nur ein Hochofen in Betrieb gehalten werden kann, reicht die verfügbare Gasmenge nicht aus, um den Arbeitsbedarf des Werkes zu decken. Sobald aber nach Eintritt friedlicher Verhältnisse das Werk voll im Betriebe sein wird, ist sogar Überschußstrom vorhanden, der an das staatliche Netz abgegeben werden soll, so daß die Gasmotoren dann stets mit günstiger Belastung arbeiten können. Es wird dieses der erste Fall sein, in dem die Wasserfalldirektion Strom in größerer Menge aus einem Privatwerke entnimmt.

Die im Dalälf verfügbare geringste Wassermenge von 225 sm³ wird bereits voll ausgenutzt; nur an Feiertagen und in den diesen folgenden Nächten ist ein geringer Wasserüberschuß vorhanden. Die Belastung des Älfkarleby-Werkes ist ziemlich gleichmäßig. Der teurere Tarif für Primärstrom wird berechnet bei einer Ausnutzungszeit bis zu 5800 h im Jahre, erst bei längerer Nutzungszeit wird der Preis des sogenannten Sekundastromes gewährt. Abb. 5 zeigt die Inanspruchnahme des Dampfwerkes in Västeras. Bei einer mittleren Belastung mit 35 000 kW Primärkraft im Älfkarleby-Werk hatte die Dampfreserve 28 Mill. kWh im Jahre 1917 zu liefern, d. s. 11 % der vom Wasserwerke gelieferten Jahresarbeit. Es ist übrigens beabsichtigt, den Dalälf zu regulieren; der Bedarf an elektrischer Arbeit aus dem Dampfhilfswerke soll dann auf 15 bis 20 Mill. kWh im Jahre heruntergehen.

Über den weiteren Ausbau der dem Staate gehörenden Wasserkräfte ist folgendes gesagt:

Das Trollhätta-Werk.
(Weiterer Ausbau.)

Der z. Zt. in der Ausführung begriffene dritte Ausbau des Werkes umfaßt die Maschinensätze 9 bis 13. In Betrieb genommen sind bereits die Maschinen 9 und 10; bis zum Ende des Jahres 1918 sollen die noch fehlenden 3 Maschinensätze betriebsfertig sein. Dann stehen 105 000 kW ausschl. Reserve zur Verfügung, eine Leistungsfähigkeit, welche die Höchstleistung des Jahres 1918 um etwa 19 000 kW übersteigen wird.

Bis zum Jahre 1922 hofft man mit dieser Leistungsfähigkeit auszukommen.

Da die geringste Kraftwassermenge im Götaflusse, wie schon oben gesagt, auf 325 sm³ sinken kann (obwohl dieses nur sehr selten geschieht und meist wenigstens 375 sm³ zur Verfügung stehen), so können in diesem ungünstigen Falle nur 72 000 kW Vorzugs- (Primär)-kraft geleistet werden. Man beabsichtigt deshalb, möglicherweise die der Stadt Göteborg gehörige Dampfkraftreserve sowie die ebenfalls noch vorhandene Dampfkraftanlage der Yngeredsfors-Gesellschaft während der Zeit des Wassermangels zur Stromlieferung heranzuziehen; wenn erst die Leitungen vom Västeraswerk herangeführt sein werden, wird dieses den Ausfall decken können.

Als zweckmäßigstes Mittel, dem gelegentlichen Wassermangel abzuhelfen, wird jedoch die Regelung des Wasserabflusses aus dem oberhalb gelegenen Wenersee angesehen. Dahin zielende Entwürfe sind bereits gemacht. Zunächst soll der Wasserspiegel um etwa 1 cm aufgestaut werden, wodurch erreicht wird, daß

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 698.

Digitized by Google

in den Zeiten geringsten Wasserzulaufes die während einer Woche abfließende Wassermenge dem jeweiligen Kraftbedarf so angepaßt werden kann, daß anstatt 72 000 kW Primärkraft dann 85 000 kW erzeugt werden können. Der sich hieraus ergebende Vorteil ist deshalb besonders wertvoll, weil gerade in den Zeiten geringsten Wasservorrates der Bedarf an Licht- und Motorstrom besonders hoch ist. Man rechnet im übrigen damit, daß die elektrochemische Industrie sich allmählich aus dem Bereiche der Kraftversorgung des Trollhätta-Werkes zurückziehen wird, um sich an Kraftquellen anzusiedeln, in deren Nähe andere wettbewerbsfähige und kaufkräftige Abnehmer nicht vorhanden sind. Dann wird nach und nach die ganze im Trollhätta-Werk erzeugte elektrische Arbeit an Primärkraft für Beleuchtung und zum Antrieb von Arbeitsmaschinen zur Verfügung stehen.

Die mit der elektrochemischen Industrie abgeschlossenen Kraftlieferverträge sind deshalb alle kurzfristig. Je nachdem die Regelungsarbeiten am Wenersee fortschreiten, sollen deshalb an Primärkraft im Jahre:

	1920	1930	1940
kW × 1000 . . .	50	40	16
kWh × Mill. . . .	370	300	120

höchstens an die elektrochemische Industrie abgegeben werden.

Nach Beendigung der Wenersee-Regelung werden 400 sm³ Kraftwasser für Primärkraft und weitere 100 sm³ für Sekundärkraft verfügbar sein. Der vollständige Ausbau des Kraftwerkes wird dann eine Maschinenleistung von etwa 200 000 kW umfassen. Hinzukommen wird noch ein Kraftwerk bei Lilla Edet mit etwa 45 000 kW Höchstleistung und bei Vargö mit etwa 25 000 kW, beide unterhalb der Trollhättafälle gelegen. Wahrscheinlich wird ein Kraftwerk bei Lilla Edet schon vor Beendigung der Regulierungsarbeiten am Wenersee errichtet werden, da die Nachfrage nach elektrischer Arbeit in schnellem Steigen begriffen ist; der erste Ausbau dieses Werkes wird, dem zur Verfügung stehenden Kraftwasser entsprechend, etwa 28 000 kW ausschließlich Reserve betragen; dahingehende Vorschläge sind der Staatsregierung bereits gemacht. Nach Fertigstellung aller drei Kraftwerke mit einer Maschinenleistung von insgesamt 270 000 kW werden dann jährlich ungefähr 1,2 Milliarden kWh erzeugt werden können.

Das Älfkarleby-Werk.

(Weiterer Ausbau.)

Das Werk ist, wie schon oben gesagt, vollständig ausgebaut; eine vermehrte Abgabe elektrischer Arbeit an das Verteilungsnetz ist nur durch Vergrößerung der Leistung des Vasteras-Dampfwerkes möglich. Hier ist eine dritte große Turbodynamo von 14 000 kW in der Aufstellung begriffen, ein vierter gleich großer Maschinensatz soll im Jahre 1919 hinzugefügt werden.

Die ausgedehnte Heranziehung dieses Dampfwerkes im regelmäßigen Betriebe wird natürlich von der Möglichkeit, billigen Brennstoff zu erhalten, abhängen. Insgesamt werden beide Werke etwa 350 Mill. kWh jährlich erzeugen können.

Südwestlich des Versorgungsgebietes von Älfkarleby liegt am Nordende des Wettersees der Motalafall, von dem 26 % des Kraftwassers dem Staat gehören. Da vom Älfkarleby-Werk aus bereits Fernleitungen bis Finspong und Borensberg, unweit des Falles, führen, so ist die Wasserfalldirektion mit der Motalastrom-A. G. in Verhandlungen eingetreten, diese Wasserkraft auf Staatskosten auszubauen und für die Abtretung der Eigentumsrechte Strom zu Vorzugspreisen an die Motalastrom-A. G. zu liefern. Wenn auch der Energievorrat des Motalastromes nicht groß ist — es können höchstens 30 Mill. kWh jährlich herausgeholt werden — so wird die Errichtung eines Kraftwerkes in der Mitte zwischen den beiden großen Werken bei Trollhätta und Älfkarleby doch von großem Vorteil sein, zumal nach der beabsichtigten Regelung des Wettersees auf sehr gleichmäßigen Wasserzufluß gerechnet werden kann und deshalb das neue Werk in der Zeit des Wassermangels im Dalälf gute Dienste leisten wird.

Aus dem Zusammenschluß der einzelnen staatlichen Kraftverteilungsnetze erhofft die Wasserfalldirektion nicht mit Unrecht große wirtschaftliche Vorteile. Eingehende, eine Reihe von Jahren hindurch gemachte Beobachtungen der Wasserführung der hauptsächlich Kraft spendenden größeren Wasserläufe haben gezeigt, daß die Zeiten des Wassermangels in den einzelnen Flüssen keinesfalls gleichzeitig auftreten. Besonders günstig ist das Verhalten des Logaflusses im südwestlichen Schweden, dessen Fälle bereits dem Staate gehören, und der gerade in den Wintermonaten am meisten Wasser führt, wenn z. B. der Dalälf die geringste Wassermenge zur Verfügung stellt.

Der Ausbau der Wasserfälle des Laga ist deshalb auch nur noch eine Frage der Zeit. Insgesamt wird die Wasserfalldirektion dann in absehbarer Zeit in ihren in Süd- und Mittelschweden gelegenen Wasserkraftwerken etwa 1¾ Milliarden kWh jährlich erzeugen können, im Jahre 1918 werden bereits 40 %, d. h. 0,70 Milliarden kWh abgegeben werden. Die Heranziehung der Dampfreserve in Västeras wird nach Regelung der Wasserläufe selbst und der großen natürlichen Staubecken (Wener- und Wettersee), sowie nach dem Zusammenschluß der einzelnen Versorgungsnetze nur noch gering sein; man hofft, daß nur einige Prozent des Jahresbedarfs durch Dampfmaschinen hergestellt zu werden brauchen, so daß es nicht nötig sein wird, große Mengen teueren Brennstoffs zu beschaffen.

Das Porjus-Werk und seine Zukunft.

Das Werk versorgt bekanntlich die Reichsgrenzenbahn mit elektrischer Arbeit; hierfür sind 2 Turbinen, gekuppelt mit Einphasenstromerzeugern von je 8500 kW Leistung vorhanden, die einfachen Wechselstrom von 15 Per erzeugen. Ein dritter Maschinensatz von 10 000 kW Höchstleistung liefert Drehstrom von 25 ∼ an die Grubenbetriebe bei Gellivare. Als Aushilfe ist eine vierte Turbine aufgestellt, die sowohl einen Drehstrom wie auch einen Einphasenerzeuger antreiben kann. Die Übertragungsspannung ist 80 bzw. 70 bis 77 kV. Nach der jetzt im Bau befindlichen Regelung des Luleflusses werden wenigstens 60 sm³ Kraftwasser zur Verfügung stehen, von dem z. Zt. jedoch höchstens 40 sm³ gebraucht werden. Zwei weitere Turbinen — Drehstromerzeuger von je 10 000 kW — werden demnächst dem Kraftwerk hinzugefügt werden, der erste dieser beiden soll im Laufe des Jahres 1918 noch betriebsfertig sein, im ganzen werden dann nahezu 60 000 kW Maschinenleistung im Porjus-Kraftwerke vereinigt sein.

Die Hauptmenge der elektrischen Arbeit wird als Drehstrom an die im Grubengebiete angesiedelte Eisenindustrie abgegeben; es ist jedoch beabsichtigt, eine Fernleitung zur Küste nach Lulea zu bauen. Die Elektrisierung der Bahn Gellivare—Lulea ist übrigens auch nur noch eine Frage der Zeit, so daß auch hierfür das Porjus-Kraftwerk die Triebkraft zu liefern haben wird.

Ob das Porjus-Werk durch weitere Regelung des Luleflusses in seiner Leistungsfähigkeit noch verstärkt werden wird, hängt naturgemäß von der Entwicklung der in der Gegend ansässigen Industrie ab; sollte es trotz Hinzufügens eines 7. und 8. Maschinensatzes nicht mehr ausreichen, so käme der Ausbau der dem Staate gehörigen, weiter südlich gelegenen bedeutenden Fälle des Luleflusses in Frage; es sind dies der Harsprang, der Liggafall, Porsifors und Edefors, aus denen insgesamt 2 bis 3 Milliarden kWh jährlich erzeugt werden können. Über den Ausbau des Harsprang sind bereits Entwürfe aufgestellt und der Staatsregierung vorgelegt. Nach Ausführung der notwendigen Stauanlagen und Dammbauten wird eine Fallhöhe von etwa 100 m mit einer Wassermenge von 160 sm³ zur Verfügung stehen; 134 000 kW können dann nutzbar gemacht werden. Es sollen im ganzen (einschließlich Reserve) 11 Maschineneinheiten von je 17 500 kW aufgestellt werden; der erste Ausbau ist mit 6 Turbinensätzen veranschlagt. Die hierfür aufzuwendenden Kosten werden unter Zugrundelegung der Preise des Jahres 1913 wie folgt angegeben:

Hochbauten, Gleise- und Wegebauten	1,35 Mill. M
Damm- und Wasserbauten . .	27,50 „ „
Verwaltung und Unvorhergesehenes	6,45 „ „
6 Turbinen einschl. elektrischer Ausrüstung	4,70 „ „
insgesamt	40,00 Mill. M

Mit Berücksichtigung der im Jahre 1918 zu zahlenden Löhne und Beschaffungspreise für die Baustoffe und maschinellen Einrichtungen werden jedoch etwa 84 Mill. M aufzuwenden sein: die Bauzeit soll 5 Jahre dauern.

Da die Anlagekosten des neuen Kraftwerkes wesentlich höher sein werden, als beim Porjus-Werke, müssen naturgemäß auch höhere Strompreise gefordert werden. Um deshalb die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens sicher zu stellen, beabsichtigt die Wasserfalldirektion, mit den Interessenten langfristige Kraftlieferverträge abzuschließen, durch die keine festen Strompreise vereinbart werden; diese sollen sich vielmehr nach den tatsächlich aufgewendeten Erstellungskosten richten. Nach Angabe der Quelle sind die in Frage kommenden Interessenten der Großindustrie mit diesem Vorschlage einverstanden.

Wie aus vorstehendem erhellt, sorgt die Wasserfalldirektion in großzügiger Weise dafür, die natürlichen Hilfsquellen des Landes nutzbar zu machen. Da dem Staate im mittleren Schweden keine weiteren bedeutenden Kraftquellen als die schon genannten gehören, sollen möglicherweise die großen im Luleflusse vorhandenen Energiemengen durch Hochspannungsleitungen nach dem mittleren Schweden zur Unterstützung der dortigen Kraftwerke geleitet werden, so daß späterhin das ganze Land vom Staate mit preiswerter elektrischer Arbeit versorgt werden kann.

Hansmann, Stettin.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Regierungskontrolle über die amerikanischen Telegraphen- und Fernsprechgesellschaften.

Nach einem Erlaß des Präsidenten der Vereinigten Staaten von Amerika sind am 1. IX. 1918 die Telegraphen- und Fernsprechgesellschaften der Überwachung der Regierung unterstellt worden. Die Leitung der Verwaltung liegt in den Händen des gegenwärtigen General-Postmeisters, doch bleiben sämtliche Betriebe unter ihrer bisherigen Leitung. Um jegliche Störungen zu vermeiden, soll die Kontrolle allmählich vorgenommen werden; sie ist auch nur für die Dauer des Krieges vorgesehen.

Der Telegraphen- und Fernsprechdienst der Vereinigten Staaten von Amerika wurde bisher von zwei Gesellschaften, der Western Union Telegraph Co. und der American Telephone and Telegraph Co., versehen, welche letztere mit einer großen Anzahl von Untergesellschaften unter dem Sammelnamen Bell-Gesellschaften bekannt ist. Die Western Union hat ein Aktienkapital von 100 Mill. $, und die Bell-Gesellschaften haben eine Bruttoeinnahme von 215 Mill. $ jährlich. Die vom Staate übernommenen Fernsprechgesellschaften verfügen über eine Drahtlänge von etwa 32,7 Mill. km und besitzen 8,730 Mill. Anschlüsse. Auf 1000 Einwohner entfallen im Küstengebiet des Stillen Ozeans 149, in den südöstlichen Mittelstaaten 39 und im ganzen Lande 91 Anschlüsse. Es sollen in den Vereinigten Staaten 32 233 Fernsprech- und 28 Telegraphengesellschaften bestehen, deren Gesamtkapital nebst Schuldverschreibungen 1,214 Milliarden $ beträgt, das jährlich 320 Mill. $ einbringt bei 262 Mill. $ Ausgaben. Die Zahl der Angestellten beträgt 220 658 mit 121 Mill. $ Einkommen.

Die von der Regierung festgesetzten Richtlinien besagen, daß angemessene Entschädigung für die Überwachung, Besitznahme oder den Betrieb gewährt werden soll. Wenn die vom Präsidenten festgesetzte Entschädigung den Eigentümern nicht angemessen erscheint, so sollen diesen 75 % der Entschädigungssumme bezahlt werden und ihnen das Recht zustehen, für die restlichen 25 % und die mehr geforderten Summen klagbar zu werden.

Beleuchtung und Heizung.

Das Lumen als Maß für die Leuchtwirkung.

[The Electrician, Bd. 78, S. 527.]

In der Januarsitzung der Londoner Illuminating Engineering Society fand eine Aussprache über die allgemeine Einführung des Lumen als Einheitsmaß für die Leuchtwirkung statt. J. T. Morris führte aus, daß, da gegenwärtig die Leuchtwirkung der verschiedenen Lichtquellen durch geeignete Glocken, Reflektoren usw. in so mannigfaltiger Weise variiert werden könnte, deren gegenseitige Bewertung nur nach dem gesamten Lichtstrom angängig sei. Es sei zwar in manchen Fällen deren Bewertung schon nach der mittleren sphärischen Lichtstärke durchgeführt, aber da sich hierbei niedrigere, absolute Werte ergaben als bei der früher üblich gewesenen Bewertung nach der mittleren horizontalen Lichtstärke, so könne das in geschäftlicher Beziehung nachteilige Wirkungen haben. Dazu komme noch, daß die mittlere sphärische Lichtstärke eine imaginäre Größe sei, die man sich manchmal nur schwer vorzustellen vermöge. Nach dem Berichte der amerikanischen Ill. Eng. Soc. an die September-Jahresversammlung von 1916 sei festgelegt worden, die Lichtquellen in Zukunft ausschließlich in Lumen zu bewerten,

Digitized by Google

und diesem Vorschlage seien die Lampenfabrikanten der Vereinigten Staaten bereits gefolgt. Auch in England scheinen die Lampenfabrikanten geneigt, das Lumen anzunehmen, wenn sie es auch für nötig halten, daneben noch die Bezeichnung der Lampen nach Kerzen beizubehalten und während einer Übergangsperiode die Beziehung zwischen Kerzen und Lumen besonders auszudrücken. Die Anwendung des Lumen habe bei beleuchtungstechnischen Berechnungen mancherlei Vorteile. Wenn beispielsweise die Lumen in jeder Zone einer Lichtquelle tabellarisch aufgeführt seien, gebe eine einfache Addition die gesamte Ausbeute dieser Lichtquelle, d. h. den gesamten von dieser Lichtquelle erzeugten Lichtstrom. Dieser Wert könne ohne weiteres mit der entsprechenden Ausbeute einer Lampe mit Glocke, Reflektor usw. verglichen werden, und es ergebe sich dann sofort der Wirkungsgrad der Armatur. Ebenso wäre es zweckmäßig, mit dem Lumen in den üblichen Formeln zu arbeiten, durch die die mittlere Beleuchtung eines Raumes, herrührend von einer gegebenen Anordnung der Lampen, ausgedrückt werde.

F. W. Willcox unterstützt diese Ausführungen an der Hand einer großen Zahl von Verteilungskurven und bemerkt, daß der ursprünglich von Blondel vorgeschlagene Begriff des Lumen außer von der amerikanischen Illuminating Eng. Soc. auch von der Association of Edison Illuminating Companies, der National Electric Light Association und anderen amerikanischen Körperschaften als Grundeinheit angenommen worden sei. Die Benutzung des Lumen würde die für die Berechnung benutzten Formeln vereinfachen. Die Gleichung zur Feststellung der erforderlichen Lampenzahl, um eine gegebene Fläche zu beleuchten, nähme die folgende einfache Form an:

$$\text{Zahl der Lampen} = \frac{\text{Flächenraum} \times \text{Beleuchtung}}{\text{„Ausnutzungsfaktor“ (als Dezimalbruch)} \times \text{Lumen f. d. Lampe}}.$$

Der „Ausnutzungsfaktor“ ist hierin eine Größe, die von der Anordnung und der Type der benutzten Beleuchtungskörper abhängt. Durch die Benutzung des Begriffes Lumen würde die Gelegenheit für manches Mißverständnis beseitigt werden, vor allem auch die falsche aber weit verbreitete Vorstellung, daß der Lichtbetrag einer Lichtquelle durch den Flächenraum ihrer Polarkurve dargestellt werde.

In der weiteren Diskussion wurde von der I. S. Dow darauf hingewiesen, daß besonders bei Scheinwerfern und optischen Laternen einzig die Bewertung nach Lumen jedes Mißverständnis ausschließe. *lx.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Schutz gegen Kurzschlüsse in Kraftwerken.

[Electrical World, Bd. 70, S. 627, 677, nach Revue Gen. de l'Electricité v. 11. u. 18. VIII. 1917.]

F. Scoumanne knüpft an Betriebserfahrungen der Société Force Electrique, Baku, mit typischen Kurzschlußerscheinungen an und stellt deren Ursachen sowie Mittel zur Abhilfe zusammen. Es handelt sich bei den Ursachen der Unfälle um folgendes.

A. Beschädigungen an den Isolatoren, Schäden an den Drosselspulen, Abbrechen der Leitungsträger, mangelhafte Verbindungen an den Sammelschienen und in den Ölschaltern.

B. Störungen, hervorgerufen durch Ölschalter.

Die erste Ursache aller dieser Störungen liegt in der großen Leistung der parallel arbeitenden Stromerzeuger. Derartige Kurzschlußstörungen kommen nur in ganz großen Werken vor. Der Höchstwert, den der Kurzschlußstrom in einem Generator erreichen kann, hängt ab von der Impedenz seiner Ankerwicklung, er kann in sehr ungünstigen Fällen zuerst auf das 40- bis 50-fache des normalen Stromes ansteigen und dann allmählich auf das 10- oder 20-fache sinken. Viele Fabriken bauen ihre Maschinen so, daß sich bei Kurzschluß nur der 10- bis 12-fache Wert einstellen kann, der dann schnell auf den 5- bis 6-fachen Wert herabsinkt.

Die Mittel zur Abhilfe bestehen darin, entweder die Ursachen auszuschalten oder die Wirkungen zu verhindern; es können auch beide Mittel gleichzeitig angewendet werden. Um die Kurzschlußstromstärke herabzusetzen, kann man zunächst die Maschinenleistung einer Zentrale in unabhängige Gruppen teilen, weiter kann man die scheinbare Leistung der Generatoren durch Erhöhung des Leistungsfaktors der Anlage herabsetzen, und endlich kann man den Kurzschlußstrom durch Einschaltung von Induktanzspulen in die einzelnen „Stromkreise heruntersetzen. Um mechanische Zerstörungen durch Kurzschlüsse zu verhindern, müssen die Leitungsbefestigungen möglichst verstärkt werden, ein scheinbar einfaches Mittel, welches aber deshalb Schwierigkeiten bietet, weil ein Isolator oder eine Leitungsverbindung 10 Kurzschlüsse aushalten kann und doch beim nächsten versagt. Außerdem steigert die allmähliche Erhöhung der Zentralenleistung die Beanspruchungen. (Dadurch wird auch den Ölschaltern eine viel höhere Abschaltleistung zugemutet als diejenige, für welche sie ursprünglich vorgesehen und gebaut sind. D. Ber.)

Was die Ölschalter anbelangt, so geht der Verfasser nicht näher auf die Unfälle ein, bei denen sich das Öl im Innern der Schalter unter Explosionserscheinungen entzündet, da solche Fälle bei modernen Schaltern selten vorkommen. Die heute meist vorkommenden Unfälle, bei denen ein Ölschalter infolge eines Kurzschlusses außer Dienst gesetzt wird, lassen das Innere des Schalters unbeschädigt, doch werden sein äußerer Mechanismus und die Wände seiner Zelle verbrannt und mit Ruß usw. bedeckt. Der Verfasser hält anderseits die Ölschalter für noch nicht genügend vervollkommnete Apparate, die viele Störungen verursachen. (Trifft für unsere modernen Schaltanlagen nicht zu, wenn sie von vornherein richtig, d. h. für den möglichen Kurzschlußstrom ausreichend gewählt werden. D. Ber.) Man sollte bei der Wahl ihres Anbringungsortes und bei ihrer Wartung sehr sorgfältig vorgehen.

In dem zweiten Teil seiner Arbeit beschreibt der Verfasser die Maßnahmen, welche die eingangs erwähnte Bakuer Gesellschaft bei der Anlage ihres Werkes in Ville Blanche getroffen hat, um der Kurzschlußgefahr zu begegnen. Die angewendete Unterteilung des Kraftwerkes schließt ein in sich geschlossenes Verteilungsnetz aus. Der Verfasser hält ein offenes Netz für das zweckmäßigere, vorausgesetzt, daß jede normal offene Verbindung im Bedarfsfall geschlossen werden kann. Dies System wurde in Baku für Netze mit 6000 und 20 000 V Betriebsspannung angewendet. Jede Unterstation kann von zwei Verteilungspunkten aus gespeist werden. Die Netzteilung bei normalem Betrieb ist so weit wie möglich getrieben. In jeder Unterstation können entweder durch Doppelsammelschienen oder durch direkte Verbindungen zwischen Kabeln fast so viele unabhängige ankommende Speisekabel geschaffen werden wie abgehende Kabel. Wenn der Umbau des Verteilungssystems für 6000 V vollendet sein wird, so wird es möglich sein, die vom Werk ausgehenden Speisekabel in 8 unabhängige Stränge zu unterteilen. Gegenüber dem Einwand, daß bei einer derartigen Anordnung eine ihrem Querschnitt entsprechende gleichmäßige Belastung der einzelnen Kabel nicht erreichbar sei, und daß man daher entweder eine Erhöhung der Leitungsverluste oder aber eine Herabsetzung der übertragbaren Maximalleistung in Kauf nehmen müsse, weist der Verfasser rechnerisch nach, daß die hierdurch möglicherweise bedingten Verluste auf der Linie zu vernachlässigen sind, und daß die Herabsetzung der maximal übertragbaren Leistung von z. B. 12 Linien kein Schaden sei, da normalerweise mindestens zwei dieser Linien als Reserve zu dienen haben. Außerdem könnten in Notfällen zwei oder drei Leitungen parallel betrieben werden. Die Apparate für 8 Speiseleitungen sollten nicht in mehr als 2 bis 4 Gruppen unterteilt werden, und es wird die Frage erörtert, ob es besser ist, die Unterteilung an den 20 000 V-Schienen der Unterstation vorzunehmen oder die 8 unabhängigen Speiseleitungen bis zur Erreichung der 6000 V-Schienen durchzuführen. Sicherheit und Kosten sprechen dafür, die Transformatoren in 8 Abteilungen mit je einer Speiseleitung anzuordnen; doch läßt sich das schwer ausführen. In der neuen Unterstation Ville Blanche kann jeder Transformator auf ein System von Hilfssammelschienen geschaltet werden, von denen eine Fernleitung abgeht. Jedes der Hilfssammelschienen-Systeme ist seinerseits an eines der beiden Hauptsammelschienen-Systeme angeschlossen und kann mit jedem analogen System parallel geschaltet werden. Es sind zwei 6000 V-Sammelschienen vorgesehen, die einen Betrieb der Maschinen in nur zwei Gruppen ermöglichen. Dies ließ sich aber nur theoretisch durchführen; denn die Praxis zeigte, daß man fast täglich aus irgend einem Grunde mit allen Maschinen parallel arbeiten mußte. Neuerdings plant man die bestehenden 4 Sammelschienensysteme (Abb. 1) so umzuschalten, daß das *A* und *D* stets verbunden bleiben, wogegen *B* und *C* getrennt sind. Jede Maschine bleibt mit den beiden Abteilungen der Gruppe *A* verbunden und wird außerdem mit beiden Abteilungen der Gruppe *B* verbunden. Ein Ölschalter ermöglicht die direkte oder indirekte Parallelschaltung der verschiedenen Systeme, und durch eine Verbindungsmöglichkeit zwischen *C* und *D* kann man zum alten Betriebssystem zurückkehren.

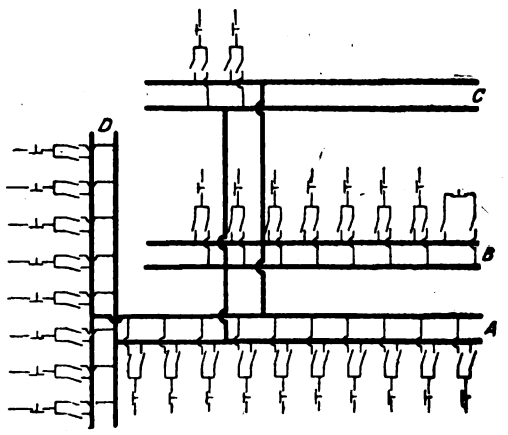


Abb. 1. Vorgeschlagene Anordnung der Sammelschienen.

Hinsichtlich des Leistungsfaktors ist zu beachten, daß ein niedriger Wert von cos φ Generatoren erfordert, deren kVA-Leistung der Leistung der Antriebsmaschinen nicht entspricht. Da in Ville Blanche der cos $\varphi = 0{,}5$ bis 0,6 beträgt, so müßten die 10 000 kW-Turbinen mit 20 000 kVA-Generatoren gekuppelt werden. Da die zerstörende Kraft von Kurzschlüssen nicht der Leistung der Antriebsmaschinen, sondern der der Dynamos proportional ist, so sind diese Wirkungen umgekehrt proportional dem Leistungsfaktor. Die Wirkung des Kurzschlusses wird daher um wenigstens so viel verringert werden, als es möglich ist, die Leistung der Generatoren herabzusetzen. Die Verbesserung des Leistungsfaktors kommt als Mittel zur Beeinflussung der Sicherheit nur dann in Frage, wenn neue Generatoren aufgestellt werden. Sie beeinflußt nicht direkt die Leitungen, Ölschalter und Hilfsapparate, welche als genügend widerstandsfähig gegen Kurzschlußwirkungen angenommen sein mögen; ebenso beeinflußt sie nicht die Wirkung der selbsttätigen Ölschalter im kritischen Augenblick eines Kurzschlusses.

Die Anwendung von Drosselspulen in Form besonderer, in die Stromkreise eingeschalteter Spulen bedingt stets Ohmsche Verluste, die sich zwar durch Vergrößerung der Querschnitte, jedoch nicht ohne erhebliche Steigerung der Kosten verringern lassen. Der Querschnitt bestimmt sich also nach der Kostenfrage. Durch eine Rechnung wird nachgewiesen, daß die Einfügung einer derartigen Drosselspule in einen Stromkreis eine Änderung der Spannung, entsprechend der Verschiebung des Stromes, mit sich bringt.

Die Stromkreise, welche bei Ville Blanche endigen oder von dort ausgehen, sind 1. Kabel, welche zu im Betriebe stehenden Maschinen mit geringer Selbstinduktion führen, 2. Kabel, welche zu im Bau befindlichen Maschineneinheiten mit hoher Selbstinduktion führen, 3. Kabel mit angeschlossenen Transformatoren (hohe Selbstinduktion), 4. 5000 V-Leitungen (Impedanz zu vernachlässigen) und endlich Leitungen, welche die Hilfsschalttafel des Kraftwerks bedienen (Impedanz unbedeutend). Wenn in jede der das Kraftwerk verlassenden 6000 V-Leitungen eine Drosselspule eingeschaltet wird, so daß beim Auftreten eines Kurzschlusses der Strom auf etwa das Zwanzigfache des Normalen beschränkt bleibt, so würde für die Ausrüstung keine Gefahr bestehen und im ganzen System keine empfindliche Störung auftreten können. Für den Fall eines Kurzschlusses im 20 000 V-Netz würde die Stromstärke durch die Impedanz der Transformatoren begrenzt werden und könnte nur etwa das Zwölffache des normalen Stromes erreichen. Sind die Transformatoren hochspannungsseitig parallel geschaltet, so würde jeder Transformator diese Stromstärke übertragen, und die Wirkung auf die Sammelschienen wäre beinahe die gleiche, wie wenn der Kurzschluß in ihnen selbst aufgetreten wäre. Würden anderseits die Transformatoren getrennt betrieben, so würde nur einer von beiden beeinflußt, und die momentane Überlastung der Sammelschienen

Digitized by Google

würde nur das Zwölffache des Normalstromes eines Transformators betragen.

Ohne Vorhandensein von Drosselspulen kann der Abfall der Spannung unter der Wirkung des Kurzschlusses 50% und mehr betragen. Dies ist der Grund, weshalb in einem Kraftwerk, wie dem hier vorliegenden, welches nur Induktionsmotoren speist, eine Unterteilung der Maschinen in unabhängige Gruppen selbst dann wünschenswert erscheint, wenn die Anwendung von Drosselspulen alle zerstörenden Wirkungen der Kurzschlüsse ausschalten würde. Statt 4 vollständig unabhängige Sammelschienensysteme zu schaffen, können sie durch 4 Drosselspulen so verbunden werden, daß sie einen Ring bilden. Die die Sammelschienensysteme verbindenden Drosselspulen sind so zu bemessen, daß sie normalerweise 20 bis 25% der Leistung der größten Maschinen durchlassen. *Ptz.*

Vereinigung der technischen und kaufmännischen Verwaltung bei einem Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk, einschließlich Installationswerk für Gas und Wasser.

In einer Stadt mit 80 000 Einwohnern und Magistratsverfassung ist die technische Leitung des Gas-, Wasser- und Installationswerkes sowie des Elektrizitätswerkes einer einheitlichen Direktion unterstellt, während für die Kassenverwaltung (Buchhaltung und Kasse) einerseits für das Gas-, Wasser- und Installationswerk, anderseits für das Elektrizitätswerk, je eine besondere der Direktion koordinierten Kassenverwaltung, bestehend aus je einem Kassierer und einem Kontrolleur, sowie einem Sekretär als Buchhalter bestellt ist, die dem magistratlichen Revisionsamt unterstellt sind. Die technische Direktion der 3 bzw. 4 Werke befindet sich mit den Kassenverwaltungen in einem Gebäude die Kassenverwaltungsbureaus befinden sich z. T. zwischen den Bureaus der Direktion und den Büros für den technischen Betrieb.

Nach den gegenwärtigen Bestimmungen obliegt dem Direktor die technische Leitung der 4 Werke unter Oberaufsicht des Stadtmagistrates, er referiert ohne Sitz und Stimme im Magistrat, wobei noch ein Rechtsrat als Referent der Verwaltung bestellt ist. Der Direktor ist nach Dienstanweisung mit der Kassenverwaltung dafür verantwortlich, daß die einzelnen Ausgabepositionen des Haushaltplanes oder die sonst genehmigten Kredite nicht überschritten werden, und hat, sofern dies nicht bereits durch die Kassenverwaltung geschehen ist, rechtzeitig Antrag auf Nachkredite zu stellen. Die Direktion soll hierzu eigene Manuale führen und gegebenenfalls Erkundigungen bei den Kassenverwaltungen einziehen.

Da bei der vorgeschilderten Geschäftshandhabung nicht nur ein großer Verwaltungsapparat (2 selbständige, unter sich und der Direktion koordinierte Kassenverwaltungen) erforderlich ist, die technische Direktion durch Führung von Manualen zu einer Art zweiten Buchhaltung gezwungen ist und anderseits kein reibungsfreier Verkehr mit den koordinierten Kassenverwaltungsvorständen (Sekretären) möglich ist, wird erwogen, die getrennten Kassenverwaltungen (d. i. Buchhaltungen und Kassen) einerseits zu vereinigen und der gemeinsamen Direktion zu unterstellen, zumal bei der Verantwortlichkeit der Direktion für den ganzen Geschäftsbetrieb der 4 Werke die Oberleitung der Direktion im wirtschaftlichen Interesse dringend erforderlich erscheint. Gleichzeitig wird damit beabsichtigt, die zur Vereinfachung und Verbilligung des Betriebes dringend erforderliche Messer- und Zählerablesung, sowie die gemeinsame Gebührenerhebung bei den Gas-, Wasser- und Strombeziehern durchzuführen.

Bei dieser Gelegenheit steht auch in Frage, ob dem Direktor an Stelle seines Referates ohne Sitz und Stimme im Magistrat, das Referat mit Sitz und Stimme zu erteilen sei und die Direktion der städtischen Werke in ein städtisches Betriebsamt umzuwandeln wäre.

Die hier gemachten Vorschläge möchten Stadtverwaltungen und Fachgenossen veranlassen, mit Rücksicht auf das allgemeine Interesse, welche eine derartige Neuordnung für die Leitung von städtischen Werken besitzt, ihre Erfahrungen in Richtung der vorgeschlagenen Beziehungen, auch bezüglich der gemeinsamen Gebührenerhebung usw. bekannt zu geben und der Schriftleitung womöglich auch Abdrücke entsprechender Dienstvorschriften für eine Direktion in der gezeichneten Ausgestaltung einzusenden. Auch Äußerungen, die gegen eine Änderung in dem vorgeschlagenen Sinne sprechen, sind sehr erwünscht.

Chemie, insbesondere Elektrochemie, Akkumulatoren, Elemente.

Salzgewinnung mittels Elektrizität.

[Nachr. f. Handel, Ind. u. Landw. 1918, Nr. 133.]

Nach „Nationaltidende" vom 30. VIII. 1918 haben die in Norwegen angestellten Versuche, mittels Elektrizität Salz aus Meerwasser zu gewinnen, zu einem günstigen Ergebnis geführt. Es wird beabsichtigt, zwei Fabriken, eine im westlichen und eine im nördlichen Norwegen, anzulegen. Die Jahreserzeugung wird auf etwa 50 000 t geschätzt; doch soll sie gegebenenfalls verdoppelt werden können. Man rechnet, daß jede der beiden Fabriken etwa 4875 kW für die normale Jahreserzeugung gebrauchen wird. Neben dem Salz werden in den Fabriken eine Reihe von Produkten, die für die Industrie des Landes von Bedeutung sind, wie Kalisalze, Magnesiumsalze, Glaubersalz, Jod usw. gewonnen werden. Das Anlagekapital für die beiden ersten Fabriken soll 20 Mill. Kr betragen. Der Staat hat der Gesellschaft Unterstützung in bezug auf Anschaffung von Anlagematerial, Kraftzufuhr usw. zugesagt. Die anfängliche Forderung des Rechtes der Übernahme der Fabriken durch den Staat wurde zurückgenommen, da auf amtlicher Seite die Auffassung zutage trat, daß derartige Unternehmen bedeutend bessere Aussichten auf Erfolg haben, wenn sie sich in den Händen energischer und tüchtiger Privatleute befinden.

Materialkunde.

Ersatzstoffe für Platin.

Wie in „Nachr. f. Handel, Ind. u. Landw." 1918, Nr. 47, berichtet wird, hat das Bureau of Standards, Washington, mit einer Legierung von Palladium und Gold, „Palau" (aus den Anfangsbuchstaben der beiden Metalle gebildet) genannt, Versuche angestellt, welche ergeben haben, daß diese Legierung das Platin in verschiedener Hinsicht an Widerstandsfähigkeit übertrifft und ihm in anderer Hinsicht nicht nachsteht. Außerdem kommen, wie die Firma J. C. Th. Marius in Utrecht im „Nieuve Rotterdamsche Courant" vom 20. IV. 1918 mitteilt, Nickel-Eisen-Verbindungen, sogenanntes Platinit, als Ersatz für bestimmte Zwecke in Frage. Sie haben ein ähnliches Ausdehnungsvermögen wie Glas und werden u. a. schon in der Glühlampenfabrikation benutzt. Im Laboratorium ersetzt das gegen chemische Einflüsse sehr widerstandsfähige Nickelchrom z. T. Platindrähte, -geflechte und -bleche. Kobaltverbindungen übertreffen in dieser Wirkung noch die Nickellegierungen. Für Zwecke der Elektroanalyse hat, wie die „Frankf. Ztg." vom 8. IX. 1918 mitteilt, Prof. Gewecke, Bonn, an Stelle der als Kathoden benutzten Platinschalen gute Erfahrungen mit Glasschalen gemacht, die nach vorheriger feiner Aufrauhung ihrer inneren Fläche mit einem galvanischen Silberüberzug versehen wurden.

Als Ersatz des auch bei Abreißkontakten viel verwendeten Platins eignet sich Silber mit Palladiumzusatz, u. zw. erhöht schon ein Zusatz von 2 bis 5% Palladium die Widerstandsfähigkeit der Schaltteile ganz wesentlich. Die günstigste Wirkung tritt ein bei einer Legierung von Palladium und Silber im Verhältnis von 60 zu 40, während ein noch höherer Palladiumgehalt die Wirkung nicht weiter verbessert. -z.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9320.

Elektrotechnische Gesellschaft zu Frankfurt a. M.

Sitzungsbericht vom 10. X. 1917.

In der Mitgliederversammlung vom 10. X. 1917 sprach Geheimrat Prof. Dr. Pohle über die Entwicklung der öffentlichen Unternehmung in der Gegenwart[1]). Die hierbei entwickelten Gesichtspunkte sind für die Elektrotechnik besonders interessant, weil sie als wissenschaftliche Grundlage für die volkswirtschaftlichen Fragen angesehen werden können, die bei der von verschiedenen Seiten angestrebten Verstaatlichung der Elektrizitätswerke auftreten.

Da die öffentlichen Betriebe, die der Krieg gebracht hat, nach demselben wieder verschwinden werden, soweit nicht etwa der eine oder andere zu einer dauernden Einnahmequelle für den Staat gemacht wird, so werden diese aus der Betrachtung ausgeschlossen. Der Vortragende vergleicht die Wirtschaftlichkeit der öffentlichen Untersuchung mit der der privaten und kommt dabei zu dem Ergebnis, daß die öffentliche Unternehmung in bezug auf ihre wirtschaftliche Leistungsfähigkeit hauptsächlich durch folgende drei Momente hinter der privaten zurücksteht:

1. Infolge ihrer bureaukratischen Verfassung fehlt ihr die leichte Beweglichkeit und rasche Anpassungsfähigkeit an wechselnde Konjunkturen, welche die private auszeichnen.

2. Ihre Leiter sind nicht in demselben Maße an dem geschäftlichen Ergebnis des Betriebes interessiert wie die Leiter privater Betriebe.

3. Die Leistung der Arbeiter öffentlicher Betriebe wird leicht durch die Besoldungspolitik, die öffentliche Unternehmungen zu treiben meist geneigt sind, sowie durch die Schwierigkeiten, auf welche in ihnen die Aufrechterhaltung der Disziplin stößt, ungünstig beeinflußt.

Nun hat aber die öffentliche Unternehmung trotz der Momente, durch die sie benachteiligt ist, in den letzten Jahrzehnten das von ihr besetzte Gebiet im Wirtschaftsleben nicht unerheblich vergrößert, und es könnte hiernach scheinen, wie wenn die Lehre der klassischen Nationalökonomie von der wirtschaftlichen Überlegenheit der Privatunternehmung durch die neuere Entwicklung widerlegt sei. Das neuerdings erfolgte Vordringen des öffentlichen Betriebes ist indessen anders zu erklären.

Der öffentliche Betrieb hat sich in der Gegenwart hauptsächlich auf solchen Gebieten eingebürgert, auf denen die Konkurrenz entweder überhaupt ausgeschlossen ist oder sich wenigstens nicht so stark geltend machen kann wie im übrigen Wirtschaftsleben, also auf Gebieten, die eine vor dem Aufkommen weiterer Konkurrenz gesicherte monopolistische oder wenigstens monopolähnliche Stellung haben; für den Staat: Bahn, Post, Telegraph, Telephon, für die Gemeinde: Gas-, Wasser-, Elektrizitätswerke u. dergl. Auf diesen Gebieten ist der öffentliche Betrieb trotz seiner geringeren wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit nicht nur imstande, sich zu behaupten, sondern es sprechen auch sehr starke Gründe dafür, ihm den Vorzug zu geben. Denn hier besteht immer die Gefahr, daß die private Unternehmung die monopolartige Stellung zu sehr zu ihrem eigenen Vorteil ausnutzt. Dies ist allerdings auch beim öffentlichen Betriebe nicht ausgeschlossen, doch kommen dann die höheren Gewinne wieder der Allgemeinheit zugute, da sie in diesem Falle für Staat oder Gemeinde eine Einnahme bilden, die sonst auf andere Weise durch Steuern aufgebracht werden müßte.

Wo sich der öffentliche Betrieb aber auf Gebiete begeben hat, bei denen die freie Konkurrenz nicht ausgeschaltet ist, z. B. Bergbau, da steht er wirtschaftlich schlechter als der private, wie gerade die Erfahrungen in Preußen zeigen.

Der Vortragende kommt daher, nachdem er noch die Frage der gemischt-wirtschaftlichen Unternehmung kurz behandelt hat, zu dem Schluß, daß die zunehmende Ausdehnung der öffentlichen Unternehmung nicht darauf zurückzuführen ist, daß sie der privaten an Wirtschaftlichkeit überlegen geworden ist, sondern weil die neuere wirtschaftliche Entwicklung Gebiete hat entstehen lassen, auf denen man den öffentlichen Betrieb trotz größerer Unwirtschaftlichkeit unbedenklich anwenden kann.

[1]) Veröffentlicht in der „Zeitschrift für Sozialwissenschaft", Jahrg. 1918. Verlag der B. Deichertschen Verlagsbuchhandlung in Leipzig.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

W. Linke †.

Am 22. September ist bei dem Eisenbahnunfall in Dresden Dr.-Ing. Willy Linke tödlich verunglückt. Ein hervorragender Fachgenosse und ein ausgezeichneter Mensch ist mit ihm dahingegangen. Im besten Mannesalter, aus der Vollkraft des Schaffens, aus einer glänzenden Laufbahn hat ihn ein dunkles Schicksal uns jäh entrissen. Aus bescheidenen Anfängen heraus hatte er sich in zielbewußter Arbeit einen hervorragenden Platz in der deutschen Elektrotechnik errungen.

Er war 1880 zu Felderhoferbrücke im Rheinland geboren. Mit einfacher Volksschulbildung besuchte er die Maschinenbauschule in Remscheid, dann das Technikum in Bingen und wurde mit 20 Jahren Lehrer der Elektrotechnik dieser Anstalt. Hier und später am Technikum in Frankenhausen am Kyffhäuser

Digitized by Google

hat er trotz seines jugendlichen Alters — er war jünger als viele seiner Schüler — mit großem Erfolge gewirkt. In Bingen gehörte ich zu seinen Schülern, seine überaus klare und eindringliche Vortragsweise machte auf uns alle einen tiefen Eindruck. Von Frankenhausen ging er zu seiner weiteren Ausbildung an die Technische Hochschule in Hannover, bestand dort — u. zw. ohne den vorgeschriebenen Studienweg hinter sich zu haben — die Diplomprüfung „mit Auszeichnung" und trat hierauf, 1907, bei der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, ein. In der Maschinenfabrik Brunnenstraße dieser Gesellschaft arbeitete er sich mit ungewöhnlicher Tatkraft, gegen mancherlei Widerstände, gestützt auf sein reiches Wissen, zu einer leitenden Stellung empor. Seiner dortigen Tätigkeit verdanken wir wertvolle Arbeiten: darunter in erster Linie seine Doktordissertation „Über Schaltvorgänge bei elektrischen Maschinen und Apparaten" (1912), ergänzt durch eine Arbeit in der „ETZ" 1914 „Schaltvorgänge bei elektrischen Maschinen und Transformatoren"; ferner mehrere Arbeiten über Einankerumformer in der „ETZ" 1915, im „Archiv für Elektrotechnik" 1915 und in der A.E.G.-Zeitung 1915.

Alsdann ging Linke in besonderer Sendung und zu Studienzwecken nach den Vereinigten Staaten von Amerika. Vom Herbst 1916 ab war er bei der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie tätig, wo er sich erstaunlich schnell in das ihm vorher fremde Gebiet der Hochfrequenztechnik einarbeitete. Am 1. X. 1917 wurde er in den Vorstand der Elektrizitäts-A. G. vormals Herm. Poege berufen. In dieser Stellung hatte er den Wirkungskreis gefunden, in dem sich seine vielseitige Begabung und seine außergewöhnlichen Fähigkeiten ungehemmt entfalten konnten. Nur allzu kurze Zeit war es ihm vergönnt. Großes hat er geleistet; Größeres durften wir von ihm noch erwarten. Nun hat ein unglücklicher Zufall alle diese Hoffnungen vernichtet. Für die technischen Wissenschaften und die deutsche Industrie bedeutet sein Hinscheiden einen schweren Verlust.

Das Bild seiner Persönlichkeit wäre unvollständig, wenn wir nicht auch seiner als Mensch gedenken wollten. Bei seiner impulsiven, tatkräftigen Art, berufliche Dinge anzugreifen, konnte es nicht ausbleiben, daß er oft auf Widerstände stieß; aber es kennzeichnet ihn nichts besser als der Umstand, daß er sich hierbei wohl Gegner, aber kaum je einen Feind schuf. Im Gegenteil! Mancher, der ihm zuerst sachlich als Gegner entgegengetreten war, wurde ihm später zum Freund. Für die großen Probleme der Menschheit, vor allem auf sozialem Gebiete, besaß er ein tiefes Verständnis und ein warmes Herz. Er war ein wahrhaft edler Mensch.

K. W. Wagner.

Dr.-Ing. Birrenbach ist von den städtischen Kollegien in Regensburg unter Ernennung zum Stadtbaurat und Mitglied des Magistrats mit der Leitung des städtischen Betriebsamtes betraut worden.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über die Normalisierung von Drehstromspannungen.[1])

(Gekürzt)

Herr RÜDENBERG setzt sich meiner Meinung nach zu leicht über das Vorhandene hinweg und würdigt in seiner Furcht vor „sentimentalen Kompromissen mit mehr oder weniger zufällig Bestehendem" zu wenig, wie sehrerdadurch die Aussichten, seinen Vorschlägen den wünschenswerten durchgreifenden Erfolg zuverschaffen, herabmindert. So sieht er sich selbst schon genötigt, einer Erörterung, ob die von ihm entwickelte Spannungsreihe für die niedrigen Verbrauchsspannungen einzuführen möglich sei, aus dem Wege zu gehen, obschon er ihre Vorteile auch für dieses Gebiet betont. Der Ausweg, auf den er kurz hinweist, die „rationellen" Spannungen durch allmähliche Herabminderung der vorhandenen innerhalb eines Zeitraumes einiger Jahrzehnte zu erreichen, scheint mir eine sehr wenig aussichtsreiche Sache zu sein, wenigstens wenn die neuen Spannungen so durchweg abseits der bisher gebräuchlichen liegen wie die von RÜDENBERG angegebenen.

Der Fehler dürfte in der Wahl des Ausgangspunktes der Spannungsreihe liegen. Die Reihe 100, 1000, 10000 usw. V, zu der RÜDENBERG wohl in der uns allen naheliegenden Hinnelgung zu möglichst „runden" Zahlen gegriffen haben wird, besitzt doch wirklich in der heutigen Elektrotechnik keine so überragende Bedeutung, daß man genötigt wäre, auf dieser Grundlage das ganze Gebäude aufzuführen.

Im Bereich der niederen Verbrauchsspannungen bieten sich dazu mit viel mehr Recht die Spannungen 220 und 380 V dar.

Eine ähnlich überragende Rolle spielt im Hochspannungsbereich die Spannung 5000 V.

Nun ist es ja allerdings nicht möglich, die Spannungen 220/380 V und 5000 V auf der von R. angegebenen Grundlage unter einen Hut zu bringen. Aber ist es wirklich unbedingt nötig, die ganz gleichförmige Stufung der Spannungsreihe von den niedrigsten bis zu den höchsten Werten ungebrochen durchzuführen? Ich würde vorschlagen, 2 Gruppen zu bilden, von denen die eine in der Reihe (68) — 120 — 215 — 380 — 680 V die niedrigen Verbrauchsspannungen umfaßt, die andere das Gebiet der eigentlichen Hochspannung mit 1600 — 2800 — 5000 — 9000 — 16000 — 28000 — 50000 — 90000 — 160000 usw. V.

Dieser Vorschlag findet meiner Meinung nach seine innere Berechtigung darin, daß das Grenzgebiet zwischen beiden Bereichen, also die Spannungen zwischen etwa 600 und 1500 V (eigentlich sogar darüber hinaus bis in die Gegend von 3000 V), in Wirklichkeit eine recht geringe Bedeutung besitzen. Darum kann man es wohl in Kauf nehmen, wenn die Spannungsreihe in diesem unwichtigen Gebiete eine nicht allzu bedeutende Unstetigkeit zeigt. Das gilt ganz besonders dann, wenn man sich nach RÜDENBERGs beachtenswertem Vorschlage dazu entschließen würde, die einzelnen Spannungsstufen wechselweise einer Stern- oder Dreieckgruppe zuzuweisen, da dann auf die genaue Einhaltung der durch die Zahl $\sqrt{3}$ gegebenen Stufengröße bei 2 nicht einander zugeordneten Spannungen geringerer Wert zu legen wäre.

Dr.-Ing. W. Linke †.

Die demnach vorgeschlagene Spannungsreihe, die im übrigen nach den Grundsätzen RÜDENBERGs aufgestellt ist, deckt sich in den Werten 120, 215, 380, 5000, 50000 V ganz mit den bisher üblichen Spannungen oder weicht nur in bedeutungslosem Maße von ihnen ab. Gerade diese Spannungen sind aber die verbreitetsten, und die Elektroindustrie arbeitet vorwiegend für sie. Die übrigen Werte nähern sich den bisher üblichen Größen im Durchschnitt eben so gut wie die der Reihe RÜDENBERGs. Eine Ausnahme bildet nur der Wert 680 V, der die bisher üblichen 500 V zu ersetzen bestimmt wäre. Ich kann aber gerade darin keinen Nachteil erblicken; denn die Spannung 500 V, offenbar aus einem früheren unvollkommenen Zustand der Isoliertechnik heraus geboren, scheint mir durchaus unzweckmäßig zu sein. Bei kleinen Maschinen, wie sie in gewerblichen Betrieben vielfach verwendet werden, macht dabei eine zuverlässige Isolierung auch heute noch Schwierigkeiten und bedingt eine recht ungünstige Ausnutzung der Maschinengröße. Die durch diese Isolierungsschwierigkeiten erhöhte Gefahr dieser Spannungsstufe für Menschenleben (die durch Drehstrom von 500 V verursachten Unfälle sind unverhältnismäßig zahlreich) wird oft ohne zwingenden Grund an Stellen getragen, wo die größere Sicherheit einer niedrigeren Spannung vorzuziehen, die Spannung 380 V also viel mehr am Platze wäre. Drehstromanlagen für 500 V fallen deshalb nach den Verbandsvorschriften unter die Hochspannungsanlagen und bedingen eine verhältnismäßig kostspielige Ausführung. Kann man das aber in Kauf nehmen, so empfiehlt es sich, durch Steigerung der Spannung aus diesen Aufwendungen größeren Nutzen zu ziehen. Es wäre aus allen diesen Gründen durchaus empfehlenswert, beispielsweise in gewerblichen Betrieben mittleren Umfangs mit überwiegend kleineren Motoren künftig mehr als bisher 3×380 V statt 3×500 V zu verwenden, in größeren Anlagen mit überwiegend größeren Motoren dagegen zu 3×680 V überzugehen, was dadurch erleichtert wird, daß die Zubehörteile elektrischer Anlagen für Spannungen bis 750 V vielfach schon durchgebildet sind. Auch bei Bahnanlagen, die neben gewerblichen Einzelanlagen hauptsächlich als Benutzer von 500 V in Betracht kommen, scheint mir der Übergang zu einer höheren Spannung in der Richtung der bisherigen Entwicklung zu liegen.

Die abgeänderte Spannungsreihe ergibt nebenbei noch den allerdings zufälligen und zeitlich begrenzten Vorteil, daß die Spannungen 16000 und 90000 V soweit unterhalb der von R. mit Rücksicht auf die Isolationstechnik gegenwärtig als schwierig bezeichneten Spannungen 18000 und 100000 bis 180000 V bleiben, daß die sicher recht unerwünschte Einfügung von Zwischenstufen vielleicht unnötig ist oder es umso eher werden wird.

Auf jeden Fall glaube ich, daß der verhältnismäßig wenig bedeutende Schönheitsfehler einer von den übrigen etwas abweichenden Stufe in einem Spannungsbereich von geringer Wichtigkeit in Kauf genommen werden kann, wenn dadurch die Möglichkeit geboten wird, die jetzt am meisten verbreiteten Spannungen in eine im übrigen nach RÜDENBERGs Grundsätzen aufgebaute Spannungsreihe aufzunehmen und damit von vornherein eine breite Grundlage für die Einführung der „rationellen" Spannungsreihe in die schaffende Elektrotechnik zu gewinnen. Umso eher und sicherer wird sich der erhoffte Nutzen zeigen.

Kiel, 23. VI. 1918.

Dipl.-Ing. A. Groß,
z. Zt. Minen-Maschinisten-Anwärter d. Ldst.

Erwiderung

Wenn man von den in meinem Aufsatz auf Seite 223 angegebenen Gesichtspunkten einige fortläßt, so gibt es unendlich viele Möglichkeiten für elektrische Spannungsreihen. Welche davon dann am zweckmäßigsten sind, darüber können die Meinungen sehr weit auseinandergehen.

Ich würde es für wünschenswert halten, wenn der Verband Deutscher Elektrotechniker sich der ganzen Frage, die eine der Grundlagen der im Gange befindlichen Normalisierungen der deutschen elektrotechnischen Industrie ist, baldigst annehmen würde.

Berlin-Westend, den 28. IX. 1918.

R. Rüdenberg.

Zur Lackfrage.

In der „ETZ" 1918, S. 318, ist die Lackfrage behandelt. Ich beschäftige mich schon fast 15 Jahre mit der Projektierung und Einrichtung von Vakuum-Trockenanlagen und habe die Frage sehr eingehend studiert. Es ist sehr richtig, daß die wenigsten Betriebe sich klar darüber sind, daß unter Vakuum die Lacktrocknung nicht zu geschehen hat. Sehr wichtig ist aber, ehe die Imprägnierung mit Lack vorgenommen wird, die Spulen und Anker in einem Vakuumofen zu trocknen und nicht eher mit der Luft in Berührung zu bringen, bis unter Vakuum der Lack eingesogen und dann unter Druck eingepreßt und die Masse wieder in ein besonders dazu vorhandenes Gefäß zurückgetrieben ist. Nach diesem Vorgang kommt die Trocknung unter reichlicher Luftzufuhr, um ein Oxydieren des Lackes herbeizuführen.

Man hat heute noch vielfach gewöhnliche Trockenöfen, in welchen die Gegenstände zunächst getrocknet und dann mit Lack bestrichen oder in Lack getaucht werden, ehe die eigentliche Trocknung einsetzt. Dieses Verfahren hat den großen Nachteil, daß vor allen Dingen die tieferen Wicklungslagen nicht gut behandelt werden können. Es zeigt sich dann auch bei eintretenden Defekten sehr oft eine Grünspanbildung, die bei Behandlung der Gegenstände mitgeeigneten Lacken im Vakuumofen unter allen Umständen vermieden wird.

Das Verfahren wird auch von den Betrieben gern angewandt, um von Zeit zu Zeit bei den Hauptrevisionen die Anker und Spulen nachzuimprägnieren. Dieses hat den Zweck, das Brüchigwerden der Baumwollumspinnung, das durch gelegentliches Überlasten sonst leicht

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 239 u. 350.

Digitized by Google

eintritt, zu verhindern, da dem Gegenstand immer wieder durch die Lacktränkung eine Geschmeidigkeit verliehen wird.

Jedenfalls, und das ist der Zweck des Vorstehenden, möchte ich betonen, daß die Großbetriebe der Industrie, die Bahnverwaltungen und vor allen Dingen Fabrikationsfirmen für Spulen und Anker ohne eine Vakuumtrockeneinrichtung bei den heutigen Anforderungen nicht mehr bestehen können. Nach dem erwähnten Artikel ist Verfasser der Ansicht, daß der Vakuumtrockenprozeß zur Lacktrocknung nicht geeignet ist. Dies ist ganz richtig. Der Gegenstand soll eben vor seiner Imprägnierung im Vakuumofen ausgetrocknet werden, und müssen diese Öfen auch die Einrichtung besitzen, die Lackmasse einzusaugen und unter Druck zu nehmen, um gewiß zu sein, daß selbst die kleinsten Poren durch Tränkmasse ausgefüllt werden.

Cöln, 3. X. 1918.

M. Jores, Zivilingenieur, B. D. C. I.

LITERATUR.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Zur Dampfmaschinentheorie. Theorie und Berechnung der wirtschaftlichen Dampfmaschine. Von Dipl.-Ing. A. Slucki. Mit 32 Abb. u. 1 Tafel 102 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 6 M.

Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik. Von Prof. Dr. A. Thomälen. 7. verbess. Aufl. Mit 463 Abb. X und 493 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 18 M.

Bauvorschriften über die Telegraphen- und Fernsprechanlagen II. Teil des Taschenbuchs für Telegraphen-Baubeamte. Nach amtlichen Quellen bearbeitet von Ober-Telegraphensekretär E. Milculcy. 8. Aufl. XVI und 468 S. in 8°. Verlagsbuchdruckerei Lehmann & Bernhard. Schönberg i. Mecklb. 1918. (Zu beziehen vom Verfasser, Straßburg i. E., Julianstr. 32.) Preis 6,40 M, bei 5 Stück 4,80 M.

Das Bayernwerk zur einheitlichen Versorgung des rechtsrheinischen Bayern mit Elektrizität. Projekt Oskar von Miller. Februar 1918. Erläuterungsbericht mit 31 Beilagen.

Statistik des Bergbaues in Österreich für das Jahr 1914. 3. Lieferung: Die Gebarung und die Ergebnisse der Krankheits-, Mortalitäts- und Invaliditätsstatistik der Bergwerkbruderladen im Jahre 1913. Herausgegeben vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten. 117 S. in 4°. (Sonderheft der Zeitschrift „Bergbau und Hütte".) Verlag der k. k. Hof- und Staatsdruckerei. Wien 1918.

Entbehrliche Fremdwörter des Elektrotechnikers im dienstlichen und außerdienstlichen Verkehr. Zusammengestellt und bearbeitet von Ingenieur R. A. Fritsche. 230 S. in 8°. Verlag der Waldheim-Eberle A. G., Wien, und von Otto Klemm. Leipzig 1918. Preis 5 M + 10% T. Z.

[Nach dem Titel erwartet man eine Sammlung hauptsächlich elektrotechnischer Fachausdrücke, findet aber eine Sammlung von Fremdwörtern aus allen Gebieten der Technik und der Umgangssprache nebst Verdeutschungsvorschlägen. Unter den Verdeutschungen elektrotechnischer Fachausdrücke sind eine ganze Reihe, denen man zustimmen kann, andere erscheinen ungeeignet oder mindestens bedenklich, z. B Spulenwirkungsmesser für Elektrodynamometer, Stromempfänger für Elektromotor (im Gegensatz zu Dynamo-Stromerzeuger), Kraftmesser für Elektrometer. Kraftmesser sind fast alle Meßgeräte, insofern, als sie die Kraftwirkung messen, die zur Hervorbringung des Zeigerausschlages nötig und ein Maß für die eigentliche Meßgröße ist. Auch die Vorschläge für Verdeutschung von Isolation und Isolator und von Amperestunden (Stromstunden) werden kaum allgemeine Billigung finden. Der vorgeschlagene Ersatz von Drehstrom-Bleikabel durch Bleirohr-Dreileiter usw. erscheint überflüssig und gibt auch zu Mißverständnissen Veranlassung. Hoffentlich fegt der kommende Völkerfriede auch auf dem Gebiete der Sprachreinigung Auswüchse hinweg, die uns lächerlich machen. Ptz.]

Neue Zeitschriften.

„Mitteilungen der Brennkrafttechnischen Gesellschaft e. V." 1918, Nr. 1. Geschäftsstelle Berlin W. 9, Königgrätzerstr. 123. [Die neue Zeitschrift, welche in zwangloser Folge erscheinen wird, soll die Mitglieder über die Vorgänge in der Gesellschaft[1]) und die Tätigkeit ihrer Organe auf dem Laufenden halten.]

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 70.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Brown Boveri & Cie. A. G., Mannheim[1]). Nach dem Bericht über das am 31. III. 1918 abgelaufene Geschäftsjahr 1917/18 betrugen die Einnahmen 10,918 Mill. M (7,258 i.V.). Diesen stehen gegenüber: Allgemeine Unkosten mit 6,263 Mill. M (3,881 i.V.), Anleihezinsen mit 0,323 Mill. M (0,329 i.V.), Kriegsunkosten mit 1,389 Mill. M (0,793 i.V.) und Abschreibungen auf die Abteilungen in Mannheim und Saarbrücken mit 1,243 Mill. M (0,894 i.V.), und es ergibt sich ein Reingewinn einschl. Vortrag von 1,780 Mill. M (1,460 i.V.), der wie folgt verteilt werden soll: Es werden 15% Dividende (12 i.V.) auf 9 Mill. M gezahlt, dem Aufsichtsrat 0,138 Mill. M (0,1 i.V.) überwiesen, für Gratifikationen 0,250 Mill. M (0,200 i.V.) ausgeworfen und 42 231 M (80 251 i.V.) vorgetragen. In der mit 48,613 Mill. M (40,368 i.V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch die Fabriken und die Installationsabteilung mit 3,781 Mill. M (3,646 i.V.), Fabrikate mit 10,713 Mill. M (9,159 i.V.), Materialien mit 8,217 Mill. M (4,348 i.V.), Kasse und Wechsel mit 0,098 Mill. M (0,152 i.V.), Wertpapiere und Beteiligungen mit 5,483 Mill. M (4,125 i.V.), Bankguthaben mit 3,291 Mill. M (3,561 i.V.). Schuldnern mit 17,032 Mill. M (15,378 i.V.) stehen gegenüber Gläubiger mit 28,955 Mill. M (20,964 i.V.). —z.

Elektrizitäts-A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M.[2]). Nach dem Bericht über das am 31. III. 1918 abgelaufene 25. Geschäftsjahr 1917/18 betrug der Gewinn aus Wertpapieren, Zinsen usw. 4,724 Mill. M (4,598 i.V.); nach Abzug der Teilschuldverschreibungszinsen in Höhe von 1,339 Mill. M (1,350 i.V.), der Abschreibungen von 0,120 Mill. M (wie i.V.) sowie der Unkosten und Steuern von 0,731 Mill. M (0,642 i.V.) verbleibt einschl. Vortrag ein Überschuß von 2,688 Mill. M (2,609 i.V.). Hiervon werden 8% Dividende (wie i.V.) auf 30 Mill. M (jetzt 40 Mill. M) verteilt, 0,133 Mill. M (0,130 i.V.) dem Aufsichtsrat überwiesen und 0.154 Mill. M (wie i.V.) vorgetragen. In der mit 81,462 Mill. M (68,744 i.V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch nicht eingezahltes Aktienkapital mit 7,5 Mill. M, eigene Werke mit 1,199 Mill. M (1,305 i.V.), Wertpapiere und Beteiligungen mit 38,793 Mill. M (39,160 i.V.), Kasse mit 17 832 M (9532 i.V.), im Bau begriffene Anlagen mit 2,576 Mill. M (3,056 i.V.). Schuldnern einschl. Bankguthaben mit 31,376 Mill. M (25,205 i.V.) stehen Gläubiger mit 5,835 Mill. M (3,251 i.V.) gegenüber. -z.

Niedersächsische Kraftwerke A. G., Osnabrück[3]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden 41,185 Mill. kWh (31,175 i.V.) erzeugt, 39 170 kWh (39 402 i.V.) bezogen und 35,495 Mill. kWh (26,599 i.V.) nutzbar abgegeben. Der Anschlußwert betrug 35 114 kW Motoren (34 128 i.V.) und 75 237 Lampen (71 286 i.V.), die Zahl der Abnehmer 6771 (6371 i.V.). 1,679 Mill. M Betriebseinnahmen (1,329 i.V.) ergaben einen Reingewinn einschl. Vortrag von 0,160 Mill. M (0,155 i.V.); hiervon werden 3% Dividende auf 6 Mill. M Aktien verteilt.

Österreichische Siemens-Schuckertwerke, Wien.[4]) Nach dem Bericht über das 21. Geschäftsjahr 1916/17 schließt die Bilanz mit 118.617 Mill. K (101,822 i.V.) ab, der Reingewinn beträgt 3,199 Mill. K (3,038 i.V.), Unkosten, Steuern 19,304 Mill. K (13,527 i.V.), Abschreibungen 1,988 Mill. K (2,506 i.V.). Das Grundstücks-, Gebäude und Maschinenkonto beträgt einschließlich Neubauten 13,296 Mill. K (13,194 i.V.), Rohstoffe und Fabrikate 29,797 Mill. K (24,250 i.V.), der Kassabestand einschließlich Wechsel und Effekten 21,631 Mill. K (17,835 i.V.). Schuldnern mit 52,353 Mill. K (44,889 i.V.) stehen Gläubiger mit 69,589 Mill. K (53,388 i.V.) gegenüber. Obligationen einschließlich Reservefonds stehen mit 11,979 Mill. K (10,727 i.V.) zu Buch. Die Dividende auf 32 Mill. K Aktienkapital wurde mit 7% (wie i.V.) bemessen. *Hgn.*

Städt. Elektrizitätswerke Budapest. Infolge Erhöhung des Strompreises und auch der Stromabgabe, die trotz der einschränkenden Abführung den Voranschlag um 30% überstieg, war das Geschäftsergebnis sehr günstig. Nach Zuwendungen an Pensionsfonds und an die Beamten konnte 1,110 Mill. K an die städtischen Kassen abgeführt werden. Die Einnahmen betrugen 10,710 Mill. K, die Stromerzeugung in der einen Zentrale (Vaci-ut) 22,820, der anderen (Keldenföld) 22,026 Mill. kWh. *Hgn.*

[1]) Bericht über 19 6/17 vgl. „ETZ" 1917, S. 612.
[2]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1917, S. 552.
[3]) Bericht über 1915 vgl. „ETZ" 1916, S. 492.
[4]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 492.

Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabriks A. G. Czeija, Nissl & Co., Wien. Nach dem Bericht über das 12. Geschäftsjahr 1917 betrugen der Fabrikationsgewinn 1,868 Mill. K (1,985 i.V.), die Gesamteinnahmen 2,370 Mill. K (2 299 i.V.), der Reingewinn einschl. Vortrag 0,649 Mill. K (1,256 i.V.). Es sollen 10% Dividende (12% i.V.) auf 4 Mill. K Aktien gezahlt werden.

Firmenverzeichnis.

Veimag, Vereinigte Fabriken elektr. Meßinstrumente u. Apparate, Leipzig-Gohlis, G. m. b. H. So lautet künftig der Name der bisherigen Firma Rudolf Kiesewetter, Fabrik elektrischer Meßinstrumente und Apparate, G. m. b. H., Leipzig.

Gesellschaft für Elektrotechnik u. Industriebedarf, Mannheim. Die Gesellschaft hat das Geschäft der in Liquidation befindlichen „Gesellschaft für Elektrotechnik und Industriebedarf m. b. H.", Mannheim, übernommen. Gegenstand: Handel mit elektrotechnischen und Autobedarfsartikeln und technischen Gummiwaren sowie Herstellung solcher Waren.

Elektrotechnische Industrie, G. m. b. H., Huckingen. Gegenstand: Herstellung und Vertrieb von elektrischem Installationsmaterial, Apparaten und Maschinen aller Art, Finanzierungen aller Art und Verwertungen von Erfindungen, Gründung von Zweiganstalten und selbständigen Vertretergeschäften, Beteiligung an industriellen Unternehmungen. Stammkapital: 21 000 M. Geschäftsführer: K. Backhoff, Duisburg-Wanheimerort.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Posottendorf-Leschwitz, Kr. Görlitz (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Schlechtenberg (Haftsumme: 500; höchste Anteilzahl eines Gen.: 20). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Wiembeck i. L. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Klein-Jeseritz. — — Elektrizitäts- und Bezugsgenossenschaft m. b. H., Reichenbach (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 20). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Koldenhof (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 10). — desgl., Loist, Kr. Pyritz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — desgl., Gr. Möllen, Kr. Pyritz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100).

Änderungen in der Verwaltung. Hamburger Hochbahn A. G., Hamburg. In den Vorstand berufen: Dr. jur. A. Mumßen.

Schweiz. Unter dem Namen Perfecta A. G., schweizerische Fabrik elektrischer Koch- und Heizapparate hat sich in Brienz eine Firma mit einem Kapital von 0,1 Mill. Fr gebildet, welche die Firma Schild & Großmann „Perfect", Fabrikation elektrischer Koch- und Heizapparate, Brienz, übernimmt. — Die Firma Zellweger & Cie., Uster, ist in eine Aktiengesellschaft unter dem Namen Zellweger A. G., Uster, mit Filiale in Zürich umgewandelt worden. Der Geschäftsbetrieb umfaßt Anlage und Herstellung elektrischer Maschinen und Apparate, Installation aller Artikel der Elektrotechnik, Kauf und Verkauf von Rohmaterialien und deren Verarbeitung. Das Kapital beträgt 0,5 Mill. Fr.

Italien. Die Società Elettrica della Sicilia Orientale, Mailand, hat ihr Aktienkapital um 8 auf 40 Mill. Lire erhöht. — Die Società Generale Italiana Edison di Elettricità, Mailand, wird ihr Aktienkapital um 24 auf 48 Mill. Lire erhöhen, die Società Elettrica Riviera di Ponente Ing. R. Negri, Mailand, um 60 auf 110 Mill. Lire.

Spanien. In Cordoba ist mit einem Kapital von 25 Mill. Pes. die Gesellschaft für elektromechanische Konstruktionen gegründet worden, welche Motoren, Dynamos und Transformatoren herstellen wird.

Schweden. In Ystad wurde die Svenska elektriska apparatfabriken für Herstellung elektrischer Maschinen und Apparate mit einem Kapital von 0,5 bis 1,5 Mill. Kr gegründet.

China. Unter dem Namen China Electric Co. ist in Peking (Nebenbureau in Shanghai) eine neue Gesellschaft mit 1 Mill. $ Kapital gegründet worden, um das von der chinesischen Telegraphenverwaltung sowie von anderen chinesischen Gesellschaften angeforderte Telephon-, Telegraphen- und sonstige elektrische Material herzustellen und zu liefern. Die neue Gesellschaft wird in China alleinige Geschäftsträgerin der Western Electric Co. und der Nippon Electric Co. sein.

Abschluß des Heftes: 19. Oktober 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Rehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 31. Oktober 1918. Heft 44.

Versuche mit einigen Ersatzausführungen für Gummiaderdrähte.

Von Dipl.-Ing. Rudolf Nagel, Cöln a. Rh.

Übersicht. Es werden Versuche mit KGZ-Drähten verschiedenen Aufbaues beschrieben u. zw. hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber Feuchtigkeit, mechanischen Beanspruchungen und Wärme. Die Isolierhülle bestand bei den untersuchten Drähten entweder aus Regenerat oder aus Bitumen oder aus einer Reihe spiralig aufgewickelter, imprägnierter Papierlagen. Die letzteren Drähte zeigten gegenüber den übrigen ein besonders günstiges Verhalten. Aus den Versuchen dürfte hervorgehen, daß wir mit der Herstellung von Gummiader-Ersatzdrähten an der Grenze des Zulässigen in bezug auf Betriebssicherheit angelangt sind. Für besondere Zwecke, wie Installation in warmen Räumen, oder wo auf ganz besonders gute und zuverlässige Isolation Wert gelegt werden muß, ist die Verwendung der neuen KGZ-Drähte nicht mehr ganz unbedenklich. Die M-Leitung mit besonders imprägnierter Papierisolation dagegen hat sich bei den Versuchen den neuen KGZ-Drähten als erheblich überlegen gezeigt und Versuchsergebnisse wie die besten Friedens-GA-Leitungen aufgewiesen. Sie hat gegenüber diesen Leitungen sogar den Vorteil voraus, daß ihre Isolation nicht altert, auch gegen dauernde Einwirkung von Wärme weniger empfindlich ist und eine größere Gleichmäßigkeit besitzt. Jedenfalls lehren die Versuche, daß es nicht gerade notwendig erscheint, nach Friedensschluß auf eine rasche Wiedereinführung der Gummiaderleitungen zu drängen. Die beschriebene Leitung erscheint vielmehr berufen, auch im Frieden die Gummiaderleitung zu ersetzen. Ein wesentlicher Vorteil ist darin zu sehen, daß zu ihrer Herstellung keine ausländischen Rohstoffe erforderlich sind.

Das Wort „Ersatz" oder gar „Kriegsersatz" hat keinen guten Klang. Wer sogenannte Ersatzwaren kaufen muß, tut dies meist nur der Not gehorchend und mit recht gemischten Gefühlen. Die Gründe für seine Abneigung sind allerdings häufig auch nur zu sehr berechtigt. Die meisten der z. Zt. auf dem Markt befindlichen Gummiader-Ersatzdrähte (KGZ-Drähte) können sich leider nicht rühmen, eine glänzende Ausnahme zu bilden, steht ja gerade der in Friedenszeiten dafür verwendete Rohstoff Gummi für diesen Zweck überhaupt nicht mehr zur Verfügung. In den ersten Kriegsjahren gab es wenigstens noch genügende Mengen Altgummi, um die Isolierhülle aus Regenerat herstellen zu können, das in seinen Eigenschaften dem früher verwendeten Gummi noch ein wenig ähnelte. Es war noch etwas elastisch, auch genügend isolierend und wasserundurchlässig. Diese Bestände haben sich inzwischen auch verringert oder müssen für wichtigere Zwecke zurückgehalten werden. So sind verschiedene Erzeuger von isolierten Drähten seit einiger Zeit dazu übergegangen, die Isolierhülle aus bituminösen Stoffen herzustellen und von der Verwendung regenerierten Gummis ganz abzusehen. Nach den Normalien des V.D.E. ist dies auch seit dem 9. VIII. 1917 gestattet. Während bis dahin für die Gummiaderleitungen eine Gummihülle, die auch aus Regenerat bestehen konnte, vorgeschrieben war, die „ausreichende Festigkeit und Dehnbarkeit besitzen soll", lauten die Vorschriften vom 9. VIII. 1917 („ETZ" 1917, S. 411): „Der Zinkleiter ist umgeben von einer nahtlosen, feuchtigkeitssicheren Hülle aus Gummi oder Gummiersatz, die bis zu Temperaturen von 50° C eine ausreichende Festigkeit besitzen soll." Unter dem Begriff „Gummiersatz", der in diesem Zusammenhang zum ersten Mal auftaucht, lassen sich natürlich die mannigfaltigsten Erzeugnisse unterbringen, zumal eine gewisse Dehnbarkeit nicht mehr verlangt wird und in den Vorschriften auch nicht gesagt wird, was unter „ausreichender Festigkeit" zu verstehen ist.

Außerdem sind die Prüfungsvorschriften für die Drähte ganz wesentlich gemildert worden. Während bis zu der Veröffentlichung vom 9. VIII. 1917 noch eine halbstündige Spannungsprobe mit 2000 V Wechselstrom nach 24-stündigem Liegen in Wasser verlangt wurde, genügt seit obigem Tag nur eine halbstündige Prüfung mit 500 V — also dem vierten Teil der früheren Spannung — nach nur einstündigem Liegen in Wasser. Wenn man bedenkt, daß bei der praktischen Verwendung die Drähte in den gewöhnlichen Hausinstallationen häufig gegen Erde bis 220 V auszuhalten haben und dabei an vielen Stellen dauernd den Einflüssen der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, auch bei der Verlegung in ihrer Isolations- und Durchschlagsfestigkeit leiden werden, so kann man bezweifeln, ob der Sicherheitsgrad dieser Drähte noch als praktisch ausreichend bezeichnet werden kann. Daß unter diesen Umständen in den Kreisen der Elektrizitätswerke und der sonstigen Besitzer von elektrischen Anlagen gegen die z. Zt. am Markt befindlichen Ersatzgummidrähte ein gewisses Mißtrauen herrscht, dürfte wohl begreiflich sein.

Um sich ein Urteil darüber bilden zu können, wie weit dieses Mißtrauen berechtigt oder unberechtigt ist, sollen deshalb im folgenden die Ergebnisse einiger Versuche mit derartigen Drähten mitgeteilt werden. Gleichzeitig soll auf Grund dieser Versuche auf einen neuartigen Ersatz für Gummiaderdraht, den von der Firma Meirowsky & Cie., A.G., Porz a. Rh., hergestellten „M"-Draht hingewiesen werden.

Die nachstehenden Versuche wurden sämtlich mit KGZ-Leitungen von 1,5 mm² Querschnitt angestellt. Es wurden außer den „M-Drähten" von Meirowsky & Cie. noch neue Drähte von drei verschiedenen Firmen untersucht, deren Ruf dafür bürgt, daß sie in diesen Drähten das Beste auf den Markt bringen werden, was sich mit den verfügbaren Rohstoffen überhaupt herstellen läßt. Die 3 außer der M-Leitung noch untersuchten Erzeugnisse sollen im folgenden mit Nr. I, II und III bezeichnet werden. Näheres über den Aufbau der Isolation darf infolge der herrschenden Verhältnisse z. Zt. nicht gebracht werden. Es sei nur bemerkt, daß die äußeren Durchmesser I, II, III ... IV 4,5, 4,8, 5,0 und 4,5 mm betragen.

1. Isolations- und Durchschlagsfestigkeit nach 24-stündigem Liegen in Wasser.

In den Verbandsnormalien wird für isolierte Drähte nur eine Prüfung auf Durchschlagsfestigkeit vorgeschrieben. Da aber anderseits in den Errichtungsvorschriften nach der Verlegung ein Isolationswiderstand eines jeden Zweiges von 1000 Ω für je 1 V Betriebsspannung verlangt wird, ist es zweckmäßig, besonders bei noch unerprobten Isolierstoffen neben der Durchschlagsprobe auch eine Prüfung auf Isolation vorzunehmen. Von jedem der 4 Erzeugnisse wurden 2 Proben a und b von je 5 m Länge zu Rollen von 20 cm Durchmesser aufgewickelt und unter Wasser von 20° C untersucht. Schärfere Biegungen oder Knickungen wurden an den Proben streng vermieden.

Dauer des Liegens in Wasser von 20° C	Probe	Isolationswiderstand je 1 m Leitung			
		Erzeugnis I	Erzeugnis II	Erzeugnis III	M-Leitung
h		Ω	Ω	Ω	Ω
0	a	∞	$3{,}25\times10^{10}$	$2{,}15\times10^{9}$	$6{,}5\times10^{9}$
	b	∞	$3{,}2\times10^{10}$	$1{,}45\times10^{9}$	$6{,}5\times10^{9}$
1/4	a	∞	$2{,}45\times10^{7}$	$1{,}0\times10^{6}$	$6{,}5\times10^{9}$
	b	∞	$1{,}1\times10^{10}$	$1{,}3\times10^{9}$	$6{,}5\times10^{9}$
1	a	∞	$3{,}9\times10^{5}$	$1{,}0\times10^{5}$	$6{,}5\times10^{9}$
	b	∞	$1{,}1\times10^{10}$	$1{,}15\times10^{9}$	$6{,}5\times10^{9}$
24	a	∞	$0{,}8\times10^{5}$	$0{,}85\times10^{5}$	$6{,}5\times10^{9}$
	b	∞	$0{,}75\times10^{5}$	$0{,}65\times10^{5}$	$6{,}5\times10^{9}$

Erzeugnis I sowie die M-Leitung haben ihren Isolationswiderstand selbst nach 24-stündigem Liegen im Wasser nicht merklich verändert. Bei Erzeugnis II und III ist die Isolation teilweise schon innerhalb der ersten Viertelstunde auf einen praktisch nicht mehr zulässig niedrigen Wert gesunken.

Dieselben Proben wurden anschließend an obige Versuche, also nach 24-stündigem Liegen in Wasser von 20° C, einer Durchschlagsprüfung mit Wechselstrom von 50 Per/s unterworfen. Die Spannung wurde dabei ganz allmählich gesteigert.

Durchschlagsspannung nach 24-stündigem Liegen im Wasser von 20° C

Probe	Erzeugnis I	Erzeugnis II	Erzeugnis III	M-Leitung
	V	V	V	V
a	545	470	360	8100
b	670	455	270	7800

Die Durchschlagsspannung der M-Leitung ist gegenüber den anderen Proben überraschend hoch, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß diese beiden Proben vor der endgültigen Steigerung der Spannung bis zum Durchschlag noch der für friedensmäßige GA-Drähte vorgeschriebenen ½-stündigen Prüfung mit 2000 V Wechselstrom unterzogen worden waren. Die M-Drähte genügen also nicht nur den Prüfungsbestimmungen der normalen Friedens-Gummiaderdrähten, sondern zeigen noch eine ganz wesentliche höhere Durchschlagsspannung, die bei den vorstehenden Versuchen 12- bis 30-mal höher ist als bei den gleichzeitig untersuchten KGZ-Drähten in der jetzigen normalen Ausführung.

2. Einfluß von Biegungen auf die Isolations- und Durchschlagsfestigkeit.

Die Drähte werden beim Verlegen häufigen Biegungen ausgesetzt, und es liegt die Befürchtung nahe, daß besonders bei den nur mit Papier isolierten M-Leitungen die Isolations- und Durchschlagsfestigkeit darunter erheblich leidet. Es wurden deshalb die Versuche unter 2. mit je 2 neuen 2 m langen

Digitized by Google

Proben a und b wiederholt, die über einen Dorn von 1,5 cm Krümmungshalbmesser zu Spiralen aufgewickelt waren.

Dauer des Liegens in Wasser von 20° C h	Probe	Isolationswiderstand je 1 m Leitung: Erzeugnis I Ω	Erzeugnis II Ω	Erzeugnis III Ω	M-Leitung Ω
0	a	∞	$6{,}5 \times 10^9$	$3{,}2 \times 10^9$	$6{,}5 \times 10^9$
	b	∞	$6{,}5 \times 10^9$	$2{,}6 \times 10^9$	$6{,}5 \times 10^9$
¼	a	∞	$6{,}5 \times 10^9$	$3{,}2 \times 10^9$	$6{,}5 \times 10^9$
	b	∞	$1{,}2 \times 10^5$	$2{,}6 \times 10^9$	$6{,}5 \times 10^9$
1	a	∞	$1{,}0 \times 10^5$	$3{,}2 \times 10^9$	$6{,}5 \times 10^9$
	b	∞	$7{,}4 \times 10^4$	$2{,}6 \times 10^9$	$6{,}5 \times 10^9$
24	a	∞	$3{,}3 \times 10^4$	$3{,}3 \times 10^4$	$6{,}5 \times 10^9$
	b	∞	$2{,}0 \times 10^4$	$2{,}6 \times 10^9$	$6{,}5 \times 10^9$

Bei der M-Leitung hat sich ebenso wie bei Erzeugnis I der Isolationswiderstand infolge der Biegungen um 1,5 cm Krümmungshalbmesser gegenüber dem annähernd geraden Draht nicht verringert, wie ein Vergleich mit den entsprechenden Werten unter 2. zeigt. Bei Erzeugnis II ist eine deutliche Verringerung festzustellen, bei Erzeugnis III ist das Ergebnis der Probe a schlechter, der Probe b besser als unter 2.

Die Durchschlagsprüfung wurde wie unter 2. anschließend mit denselben spiralig gekrümmten Proben vorgenommen:

Probe	Durchschlagsspannung nach 24-stündigem Liegen in Wasser von 20° C: Erzeugnis I V	Erzeugnis II V	Erzeugnis III V	M-Leitung V
a	550	250	280	6270
b	620	280	240	6050

Die Proben der M-Leitung wurden wie unter 2. vor dem endgültigen Durchschlag noch einer ½-stündigen Durchschlagsprobe mit 2000 V Wechselstrom unterzogen. Es zeigen, wie auch zu erwarten war, sämtliche Erzeugnisse infolge der Krümmung eine verminderte Durchschlagsfestigkeit. Die Befürchtung, daß die M-Leitung ganz besonders empfindlich sei, hat sich bei dem Versuch jedoch als unbegründet erwiesen. Die Durchschlagsfestigkeit der M-Leitung ist sogar so reichlich, daß die Dicke der Isolationsschicht noch wesentlich vermindert werden kann, ohne daß die von der Friedens-Gummiaderleitung geforderte Durchschlagsfestigkeit unterschritten wird. Nachstehend sind noch einige Ergebnisse von Durchschlagsversuchen an M-Leitungen mit wesentlich dünnerer Isolierschicht angegeben. Der äußere Durchmesser dieser Proben war bei 1,5 mm² Drahtquerschnitt nur 4,0 mm. Diese Leitung ist deshalb ganz besonders geschmeidig und läßt sich bequem auch in die engsten Rohre einziehen.

Es wurden Proben von 40 cm Länge untersucht, u. zw. einmal gerade Stücke und dann Spiralen, die um einen Dorn von 7,5 mm Krümmungshalbmesser — also doppelt so eng wie bei dem vorstehenden Versuch — gewickelt waren. Die Versuchsbedingungen waren im übrigen dieselben wie bisher.

Art der Probe	Dauer des Liegens in Wasser von 20° C h	Durchschlagspannung V	im Mittel V
Gerader Draht	0	5900 5600	5750
Drahtspirale von 1,5 cm Innendurchmesser . .	0	3300 3600	3450
Gerader Draht	24	3400 3600	3500
Drahtspirale von 1,5 cm Innendurchmesser . .	24	2800 2400	2600

Die Versuche zeigen, daß die M-Leitung auch bei der auf etwa die Hälfte verminderten Dicke der Isolierschicht und besonders scharfen Krümmungen eine praktisch noch voll ausreichende Durchschlagsfestigkeit besitzt, die derjenigen der Drähte mit bituminöser Isolation immer noch um ein Vielfaches überlegen ist.

3. Gleichmäßigkeit der Isolation.

Wenn man bedenkt, daß die Isolation bei der M-Leitung aus einer größeren Zahl übereinander befindlicher imprägnierter Papierlagen besteht, so ist ohne weiteres einzusehen, daß diese Leitung eine geradezu ideale Gleichmäßigkeit in der Isolierung gegenüber den gewöhnlichen GA- oder KGZ-Drähten aufweisen muß, bei denen infolge Unreinigkeiten oder Risse leicht einzelne schlechte Stellen in der Isolierhülle entstehen können, die die Durchschlagsfestigkeit stark herabsetzen können. Auch eine exzentrische Lage der Drahtseele und eine dadurch verursachte starke Verschiedenheit in der Schichtdicke der Isolierhülle, wie sie bei den GA- und KGZ-Drähten häufig vorkommt, ist bei der M-Leitung ausgeschlossen.

Um die 4 verschiedenen Erzeugnisse auf die Gleichmäßigkeit der Isolation zu untersuchen, wurden von jedem 5 Stück je 1 m lange Proben a bis e entnommen, in Bogen mit rd 5 cm Krümmungshalbmesser gekrümmt und in Wasser von 20° C gleich nach dem ersten Eintauchen einer Durchschlagsprobe mit Wechselstrom von 50 Per/s unterzogen. Die Spannung wurde dabei wieder ganz allmählich gesteigert.

Probe	Erzeugnis I: Durchschlagspannung V	mittlere Durchschlagspannung V	Verhältnis des niedrigsten zum höchsten Wert	Erzeugnis II: Durchschlagspannung V	mittlere Durchschlagspannung V	Verhältnis des niedrigsten zum höchsten Wert	Erzeugnis III: Durchschlagspannung V	mittlere Durchschlagspannung V	Verhältnis des niedrigsten zum höchsten Wert	M-Leitung: Durchschlagspannung V	mittlere Durchschlagspannung V	Verhältnis des niedrigsten zum höchsten Wert
a	9160			1290			330			7500		
b	8700			420			1270			8400		
c	3920	6300	1 : 2,4	945	1120	1 : 3,9	420	2606	1 : 30,6	7800	7770	1 : 1,1
d	3860			1330			910			7450		
e	5900			1640			10100			7700		

Die Versuche beweisen die Richtigkeit unserer Überlegung. Die einzelnen Durchschlagswerte bei den 5 Proben der M-Leitung zeigen Abweichungen von nur rd 10% gegenüber rd 140% bei Erzeugnis I, rd 290% bei Erzeugnis II und etwa 3000% bei Erzeugnis III. In bezug auf die Gleichmäßigkeit der Isolation dürfte die M-Leitung sogar die beste Friedens-Gummiaderleitung übertreffen.

Vergleicht man die vorstehenden Zahlen mit denen der Durchschlagsversuche unter 2, die nach 24-stündigem Liegen in Wasser vorgenommen waren, so sieht man, daß die Durchschlagspannung bei der M-Leitung in beiden Fällen ungefähr gleich ist. Das längere Liegen in Wasser hat also die Durchschlagsfestigkeit bei dieser Leitung im Gegensatz zu den übrigen Erzeugnissen nicht ungünstig beeinflußt.

4. Verhalten bei Erwärmung.

In den Vorschriften des VDE ist über die Isolations- und Durchschlagsfestigkeit bei höheren Temperaturen nichts vorgeschrieben, obgleich es eine bekannte Tatsache ist, daß die meisten Isolierstoffe mit steigender Temperatur weniger gut isolieren und leichter durchgeschlagen werden. Verlangt wird in den Vorschriften des VDE lediglich, daß die Isolierhülle bis zu Temperaturen von 50° C eine ausreichende Festigkeit besitzen soll. Unter ausreichender Festigkeit ist doch wohl zu verstehen, daß die Isolierhülle noch bei 50° C so viel Festigkeit besitzt, um bei den vorkommenden Beanspruchungen nicht zerdrückt zu werden.

Um einen Anhalt über die Festigkeit der Isolierhüllen bei 50° C zu gewinnen, wurden aus den bituminösen Isolierstoffen der Erzeugnisse I und II Kugeln von etwa 3 cm Durchmesser geformt und längere Zeit einer Raumtemperatur von 50° C ausgesetzt. Nach etwa 10 h hatte infolge ihres Eigengewichtes die Kugel aus dem Isolierstoff I ihre Form so verändert, daß sich Höhe zu Breite wie 1:2 verhielt. Die Kugel aus Isolierstoff II war zu einem Kuchen von etwa 1 cm Dicke breit gelaufen. Nach diesen Versuchsergebnissen erscheint es zweifelhaft, ob sich mit bituminösen Isolierstoffen bis zu 50° C eine „ausreichende Festigkeit" erzielen läßt, ohne daß die Schicht gleichzeitig bei den vorkommenden niederen Temperaturen zu spröde und brüchig wird. Es muß vielmehr damit gerechnet werden, daß der blanke Leiter die Hülle allmählich zerdrückt, besonders wenn noch äußere Beanspruchungen hinzukommen. Bei mehreren, längere Zeit der Temperatur von 50° C in wagerechter Lage ausgesetzten, Leitungsstücken I und II war bereits nach etwa 20 h der Leiter bei I durch sein Eigengewicht soweit aus der Mitte gewandert, daß sich die Schichtdicken etwa wie 1:2 verhielten, bei II berührte er beinahe den Rand der Isolierhülle.

Das Erzeugnis III mit Regenerathülle zeigte diese Erscheinung nicht in ausgesprochenem Maße. Bei der M-Leitung ist eine nachträgliche einseitige Veränderung der Isolierschichtdicke auch bei höheren Temperaturen infolge des Aufbaues der Isolierhülle aus mehreren Papierlagen vollkommen ausgeschlossen.

Um den Einfluß der Erwärmung auf die Durchschlagsfestigkeit zu prüfen, wurden dieselben Durchschlagsversuche wie unter 4 an je 5 neuen Proben *a* bis *e* von je ½ m Länge in Wasser von 75° C vorgenommen. Um jedoch der Isolation Zeit zur Erwärmung zu geben, wurde mit den Versuchen erst etwa 3 min nach dem Eintauchen begonnen. Die Spannung wurde wieder ganz allmählich gesteigert.

Probe	Erzeugnis I: Durchschlagspannung V	mittlere Durchschlagspannung V	Erzeugnis II: Durchschlagspannung V	mittlere Durchschlagspannung V	Erzeugnis III: Durchschlagspannung V	mittlere Durchschlagspannung V	M-Leitung: Durchschlagspannung V	mittlere Durchschlagspannung V
a	8000		280		1440		5830	
b	480		300		320		6000	
c	1450	1720	320	295	1440	1584	6300	6230
d	1600		290		1780		6520	
e	2070		285		2940		6500	

Digitized by Google

Ein Vergleich mit den Werten des gleichen Versuchs bei 20° C unter 4 zeigt, daß bei allen Erzeugnissen die Durchschlagsfestigkeit bei 75° C, u. zw. am meisten bei Erzeugnis I und II, am wenigsten bei der M-Leitung abgenommen hatte. Die Abnahme betrug bei 75° C, gegenüber 20° C

Bei Erzeugnis	I	II	III	M-Leitung
	78%	74%	89%	20%

Die Drähte mit der bituminösen Isolierhülle sind also, wie auch zu erwarten war, in bezug auf die Durchschlagsfestigkeit am empfindlichsten gegen Erwärmung. Die M-Leitung ist am unempfindlichsten. Erzeugnis III mit der Regenerathülle nimmt eine mittlere Stellung ein.

Die M-Leitung ist deshalb ganz besonders auch für warme Räume verwendbar, wo die Drähte mit bituminösen Isolierhüllen ziemlich ungeeignet erscheinen.

Bestimmung der Reibungsverluste durch Auslaufsmessung.

Von Ing. Fr. Honsů, Prag.

Übersicht. Es wird unter Hinweis auf frühere Abhandlungen ein Verfahren mathematisch abgeleitet, welches aus den gemessenen Leerlaufsverlusten die Reibungsverluste durch eine rein graphische Lösung der aufgezeichneten Auslaufs- und Leerlaufskurven, oder rein rechnerisch aus zwei Ablesungen der Auslaufszeit bestimmt, gegenüber den früheren Verfahren weit einfacher ist und unter Vermeidung der Bestimmung der Auslaufskonstanten auch zuverlässigere Ergebnisse gibt.

Die praktische Ausführung der Auslaufsmessung und die Trennung der Verluste bei Gleichstrom- und synchronen Wechselstrommaschinen durch die Auslaufskurve wurden an dieser Stelle ausführlich erörtert, wobei auf die praktische Anwendungsmöglichkeit dieser Methode hingewiesen wurde[1]). Die experimentelle Aufnahme der Auslaufskurve ist sehr einfach und rasch durchführbar, wie auch die Konstruktion der Kurve selbst. Die Auswertung der Auslaufskurve, welche die Abhängigkeit der Drehzahl n von der Auslaufszeit t darstellt $n = f(t)$, wurde graphisch mittels der Subnormalen S vorgenommen (Abb. 1). Die

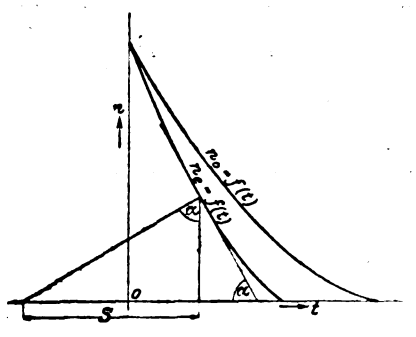


Abb. 1.

Länge dieser Subnormalen, mit der Auslaufskonstanten multipliziert, gibt unmittelbar die Verlustleistung der Maschine für einen Punkt der Auslaufskurve bzw. für eine bestimmte Drehzhal und entsprechende Erregung.

Die Auslaufskonstante wird aus den einzelnen Ablesungen der unmittelbar gemessenen Leerlaufsverluste für konstante Erregung und veränderliche Drehzahl und aus der Länge der dieser Drehzahl entsprechenden Subnormale berechnet und ihr Mittelwert zur Anwendung der Auslaufskurven benutzt.

Im folgenden soll ein Verfahren zur Auswertung der Auslaufsmessung abgeleitet werden, welches die Verlusttrennung wesentlich vereinfacht und rein graphisch oder rechnerisch, ohne die Auslaufskurve selbst zu zeichnen, durchzuführen ist. Die Einfachheit der Auswertung könnte zur breiteren praktischen Benutzung der Auslaufsmessung für die, bei der Bewertung von Maschinen stets vorkommende, Bestimmung der Reibungsverluste beitragen.

Abb. 2 stellt die Auslaufskurven einer normal erregten (Index e) und unerregten (Index

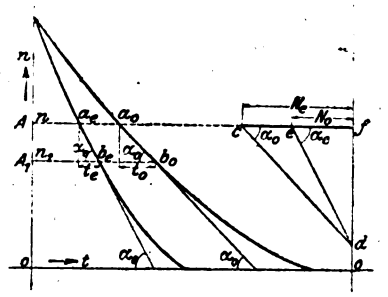


Abb. 2.

0) Maschine dar. Das Arbeitsvermögen, welches in der umlaufenden Masse der Maschine aufgespeichert ist, kann durch die Beziehung

$$A = \frac{\omega^2}{2} \Sigma m r^2 = \frac{\omega^2}{2} J$$

dargestellt werden. Die Summe der Produkte der einzelnen umlaufenden Massenpunkte m und ihrer Abstände r von der Drehungsachse $\Sigma m r^2$ ist gleich dem Trägheitsmoment J des umlaufenden Maschinenteiles. Durch Einsetzung der minutlichen Drehzahl n für die Winkelgeschwindigkeit $\omega = \frac{2\pi n}{60}$ folgt weiter

$$A = \left(\frac{\pi}{30}\right)^2 \frac{J}{2} n^2 .$$

Das Arbeitsvermögen der auslaufenden Maschine A nimmt mit dem Quadrat der Drehzahl ab und ist bei der Drehzahl n der erregten Maschine dasselbe wie bei der unerregten Maschine (Punkte a_e, a_0 der Auslaufskurven). Mit der fortschreitenden Auslaufszeit t verringert sich dieses Arbeitsvermögen um den Betrag, welcher zur Deckung der bei der Drehung entstehenden Eisen- und Reibungsverluste nötig ist, und erreicht bei einer niedrigeren Drehzahl n_1 den Wert A_1 (Punkte b_e, b_0). Die Arbeit, welche in diesen Drehzahlgrenzen durch die Verluste entsteht, kann durch $A - A_1 = Nt$ ausgedrückt werden. N stellt die Leistung zur Deckung der Verluste oder der Verlustleistung selbst dar, t ist die Zeit oder die Dauer dieser Leistungsabgabe in Sekunden. Der Arbeitsverlust $A - A_1$ ist in den Drehzahlgrenzen $n - n_1$ ein und derselbe für beide Auslaufsarten, und es kann geschrieben werden

$$A - A_1 = Nt = N_e t_e = N_0 t_0 .$$

N_e ist die Verlustleistung der erregten, N_0 die der unerregten Maschine, t_e, t_0 die entsprechende Auslaufszeit. Wird die letztere durch die Drehzahländerung $n - n_1$ und durch Winkel α_e, α_0 laut Abb. 2 ausgedrückt und in die obere umgeformte Gleichung eingesetzt, so folgt

$$t_e = (n - n_1) \operatorname{cotg} \alpha_e , \quad t_0 = (n - n_1) \operatorname{cotg} \alpha_0 ,$$

$$\frac{N_e}{N_0} = \frac{t_0}{t_e} = \frac{(n - n_1) \operatorname{cotg} \alpha_0}{(n - n_1) \operatorname{cotg} \alpha_e} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_e}{\operatorname{tg} \alpha_0} .$$

Die Verlustleistung N_e, N_0 kann in den engen Drehzahlgrenzen $n - n_1$ als konstant angesehen werden; die abgeleitete Beziehung hat strenge Gültigkeit für Drehzahlgrenzen, für welche der Kurvenabschnitt $a_e b_e$, $a_0 b_0$ durch eine Gerade ersetzt werden kann.

Nähern sich die Drehzahlgrenzen derart, daß die Kurvenpunkte b_e, b_0 unendlich nahe an a_e, a_0 zu liegen kommen, dann geht die Verbindungslinie $a_e b_e$, $a_0 b_0$ in die Tangente zur Auslaufskurve im Punkte a_e, a_0 über, α_e, α_0 sind Winkel, welche diese Tangenten mit der Abszissenaxe bilden, N_e, N_0 die Verlustleistungen für die Drehzahl n, und die Gleichung $\frac{N_e}{N_0} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_e}{\operatorname{tg} \alpha_0}$ behält ihre strenge Gültigkeit.

Die Verlustleistung der erregten Maschine N_e kann beim Leerlaufsversuch unmittelbar gemessen werden, das Verhältnis $\frac{\operatorname{tg} \alpha_e}{\operatorname{tg} \alpha_0}$ ergibt sich aus den Auslaufskurven, so daß $N_0 = N_e \frac{\operatorname{tg} \alpha_0}{\operatorname{tg} \alpha_e}$ bestimmt werden kann.

Die Verlustleistung N_e der erregten Maschine bei der Drehzahl n wird durch die Strecke $\overline{cf}$ dargestellt, und es wird vom Punkt c eine Parallele zu $a_0 b_0$ bzw. zur Tangente im Punkte a_0 bis zum Schnittpunkt d mit der Ordinate $\overline{of}$ gezogen. Die von diesem Punkt d geführte Parallele zur Tangente $a_e b_e$ teilt die Strecke $\overline{cf}$ im Punkte e. Nach Bezeichnung der Winkel der Parallelen zu den Tangenten α_0 α_e folgt nach Abb. 2

$$\overline{ef} = \overline{fd} \operatorname{cotg} \alpha_e$$

$$\overline{fd} = \overline{cf} \operatorname{tg} \alpha_0$$

$$\overline{ef} = \overline{cf} \operatorname{tg} \alpha_0 \operatorname{cotg} \alpha_e = N_e \frac{\operatorname{tg} \alpha_0}{\operatorname{tg} \alpha_e} = N_0 .$$

Diese graphische Verlusttrennung soll an einem praktischen Beispiel ausgeführt werden.

Die in Abb. 3 gezeichneten beiden Auslaufskurven wurden an einem vierpoligen

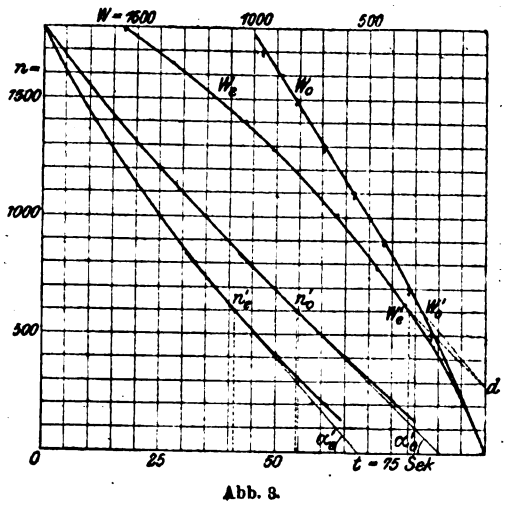


Abb. 3.

Gleichstrommotor, 5,5 kW, 110 V, 62 A mit Drehzahlregelung $n = 400$ bis 1800 mit Wendepolen aufgenommen. Der Motor lief mit einer schweren Riemenscheibe und zeigte vor der eigentlichen Messung konstante Leerlaufverluste und mäßig warme Lager. Das stabile Tachometer war durch biegsame Verlängerung der Welle unmittelbar angetrieben, die Erregung betrug 1,5 A, die Bürsten standen genau in der neutralen Zone. Bei der Messung wurde für die Drehzahl die zugehörige Auslaufszeit auf der Stoppuhr abgelesen, um dieselbe Messung auch für die rechnerische Auswertung unmittelbar benutzen zu können. Die Meßwerte selbst sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1.

	$J_e = 1.5$	$J_e = 0$		$J_e = 1.5$	$J_e = 0$
n	t_e	t_0	n	t_e	t_0
1800	0	0	800	32,6	44
1600	5	7.6	600	40,8	54
1400	10,8	15,6	400	50	64,4
1200	17,6	24,8	200	60,8	75,6
1000	24,8	34,2			

Gleich nach dieser Messung wurden die Leerlaufsverluste des Motors bei der Erregung $J_e = 1{,}5$ A auf die übliche Weise bestimmt und die auf Eisen und Reibung entfallende Leistung N_e bzw. die unmittelbar in Watt ausgedrückten Verluste W_e ausgerechnet und in Zahlentafel 2 zusammengestellt. In graphischer Darstellung gibt die Kurve W_e diese Verluste in Abhängigkeit von der Drehzahl in Abb. 3 wieder. Aus diesen Messungen wurde nun die Kurve der

[1]) Vgl. „ETZ" 1899, S. 208; 1901, S. 898; 1905, S. 610.

Digitized by Google

Zahlentafel 2.

Erregerstrom $J_e = 1.5$ A = konst.
E_0 = Ankerspannung, J_0 = Ankerstrom,
$R = 0{,}25\ \Omega$ Ankerwiderstand,
$W_e = E_0 J_0 - J_0^2 R$ Watt.

n	E_0	J_0	$E_0 J_0$	$J_0^2 R$	W_e
1780	208,6	5,8	1557,8	8,4	1549,4
1645	251	5,4	1355,4	7,3	1348 1
1470	214	4,92	1052,8	6,05	1046,8
1270	192	4,8	921,6	5,77	915,8
1010	154	4,2	646,8	4,45	642,4
775	118	4,0	472	4	468
628	96,6	3,6	347,7	3,23	344.5
450	70	3,2	224	2,53	221,5
400	61,2	3,04	186	2,33	183,7

Reibungsverluste W_0 unmittelbar in Watt punktweise ermittelt. Die graphische Lösung ist für eine Drehzahl $n_e' = n_0' = 600$, welcher die Verluste der erregten Maschine W_e' entsprechen, in die Abbildung eingezeichnet. Punkt d liegt auf der Ordinatenachse und auf der Parallelen zur Tangente im Punkte n_0', welche vom Punkt W_e' ausgeht. Der gesuchte Punkt W_0' liegt auf der Abszisse der Drehzahl und auf der vom Punkt d geführten Parallele zu der Tangente des Punktes n_e' und gibt genau den Wert $W_0' = W_e' \frac{\operatorname{tg} \alpha_0'}{\operatorname{tg} \alpha_e'}$ an. Der Abschnitt $W_e' - W_0'$ gibt die Eisenverluste durch Hysterese und Wirbelströme und kann zur weiteren Trennung dieser beiden unmittelbar benutzt werden. Die vorgeführte Auswertung der Auslaufsmessung erscheint in der Konstruktion wesentlich einfacher gegenüber der Subnormalenmethode, die Bestimmung der Auslaufskonstante fällt ganz aus. Die Genauigkeit dieses mathematisch streng richtigen Verfahrens hängt von der richtigen Konstruktion der Tangenten ab; die Stetigkeit der gesuchten Reibungsverlustkurve W_0 gibt ein immer vor Augen liegendes Prüfungsmittel für die graphische Lösung des Verfahrens.

Die Auslaufskurven zeigen bei richtig gewähltem Maßstab für n und t eine ganz mäßige Krümmung, so daß kurze Kurvenabschnitte durch eine Gerade ersetzt werden können. Unter dieser Voraussetzung kann die Auslaufsmessung rein rechnerisch ausgewertet werden, ohne die Auslaufskurven zeichnen zu müssen. Aus der anfangs abgeleiteten Gleichung für Arbeitsverlust der auslaufenden Maschine

$$A - A_1 = N_e t_e = N_0 t_0$$

folgt

$$N_0 = N_e \frac{t_e}{t_0}$$

für einen kleinen Drehzahlbereich $n - n_1$. Die Auslaufszeiten t_e, t_0 ergeben sich aus der Messung unmittelbar, die Verlustleistung N_e oder unmittelbar die Verluste in Watt W_e sind der Kurve zu entnehmen, u. zw. als die mittlere Leistung im Drehzahlbereich $n - n_1$ oder besser die Leistung W_e, welche der Drehzahl $\frac{n - n_1}{2}$ entspricht. Die in der Zahlentafel 1 angeführte Messung ist in Zahlentafel 3 rechnerisch ausgewertet und nach der Drehzahl geordnet. Um die Ergebnisse vergleichen zu können, sind in den ersten Spalten die Werte der graphischen Lösung in Zahlen zusammengestellt. W_e sind die Ablesungen der direkt gemessenen Verluste in Watt, W_0 die ausgewerteten Reibungsverluste in Watt. Die Gegenüberstellung der einzelnen Werte W_0 der graphischen und der rechnerischen Auswertung zeigt, daß die letztere, wie zu erwarten ist, zwar keine genauen, aber praktisch gut brauchbare Werte gibt, wie sie vom Prüffelde zu oft verlangt werden. Die Abweichungen zeigen sich nur in Einzelnwerten, jedoch der Verlauf der Reibungsverlustkurve W_0 bleibt praktisch in beiden Fällen derselbe. In Zahlentafel 3 ist der Drehzahlbereich $n - n_1 = 200$; die Zeitdauer dieses Bereichs bei den Drehzahlen $n = 1400$, $n_1 = 1200$ der erregten Maschine beträgt $\Delta t_e = 17',6 - 10',8$ der unerregten Maschine $\Delta t_0 = 24',8 - 15',6 = 9',2$ s. Es ist ersichtlich, daß die Genauigkeit unmittelbar von der einzelnen Ablesung der Auslaufszeit t_0, t_e abhängt und bei den unvermeidlichen Meßfehlern Abweichung in einem oder anderem Sinne entstehen kann. Die stetige Zunahme der Werte Δt_e, Δt_0 gibt die beste Prüfung für die Richtigkeit der Einzelablesung der Auslaufsmessung, welche für diese Zwecke einige Einübung und Gewandtheit der Beobachter voraussetzt. Die Meßfehler können durch Aufzeichnung der Auslaufskurven ausgeglichen werden, falls genaue Ergebnisse verlangt werden. Zahlentafel 4 gibt die rechnerische Auswertung der Auslaufskurven der Abb. 3. Die Auslaufszeit t_e, t_0 wurde aus der gezeichneten Kurve abgelesen, u. zw. in Millimetern, die Auslaufszeit der Intervalle $n - n_1 = 200$ Δt_e, Δt_0 wurde aus diesen Werten bestimmt. Die sich ergebenden Verluste W_0 zeigen, wie im Verlauf, so auch in dem Einzelwert, daß die rechnerische Auswertung der gezeichneten Auslaufskurve dem graphischen Verfahren, was die Genauigkeit anbelangt, bei klein gewähltem Drehzahlbereich gleichkommt. Durch die rechnerische Auswertung kann der Reibungsverlust größerer Synchronmaschinen durch nur einige Ablesungen bestimmt werden; auch bei den Gleichstrommaschinen kommt die Bestimmung der Reibung bei nur einer Drehzahl oft vor. In diesen Fällen führt das beschriebene Verfahren am schnellsten und unter Verwendung von einfachen stets vorhandenen Mitteln zum Ziele.

Zahlentafel 3.

$\Delta t_e = t_{e\,n_2} - t_{e\,n_1}$, $\Delta t_0 = t_{0\,n_2} - t_{0\,n_1}$,
$W_0 = W_e \cdot \frac{\Delta t_e}{\Delta t_0}$.

	$J_e = 1{,}5$	$J_e = 0$	Graphisch aus den Kurven Abb. 3		Rechnerisch aus den Messdaten der Zahlentafel 1		
n	t_e	t_0	W_e	W_0	Δt_e	Δt_0	W_0
1800	0	0					
1700			1423	948	5	7,6	937
1600	5	7,6					
1500			1167	830	5,8	8,0	845
1400	10,8	15,6					
1300			940	700	6,8	9,2	695
1200	17,6	24,8					
1100			740	570	7,2	9,4	567
1000	24,8	34,2					
900			564	440	7,8	9,8	448
800	32,6	44					
700			404	330	8,2	10	331
600	40,8	54					
500			257	225	9,2	10,4	227
400	50	64,4					
300			133	125	10,8	11,2	128
200	60,8	75,6					

Zahlentafel 4.

$\Delta t_e = t_{e\,n_2} - t_{e\,n_1}$, $\Delta t_0 = t_{0\,n_2} - t_{0\,n_1}$,
$W_0 = W_e \frac{\Delta t_e}{\Delta t_0}$.

Rechnerisch aus den Kurven der Abb. 3.
t in mm.

n	t_e	t_0	Δt_e	Δt_0	W_0
1800	0	0			
1700			10,2	15,3	950
1600	10,2	15,3			
1500			11,4	16,0	830
1400	21,6	31,3			
1300			13,4	18,0	700
1200	35	49,3			
1100			14,5	18,9	568
1000	49,5	68,2			
900			15,5	19,8	442
800	65	88			
700			16,5	20	333
600	81,5	108			
500			18,5	21	226
400	100	129			
300			21,3	23	123
200	121,3	152			

Die Subnormalenmethode, obwohl schon längst bekannt, mathematisch genau begründet und zum praktischen Gebrauch ausgebildet, hat sich bis heute nicht voll eingebürgert. Die Ursache könnte in der etwas unsicheren Konstruktion der Subnormale, hauptsächlich aber in der absoluten Auswertung der Auslaufskurve gesucht werden. Nach den Vorschriften der Normalien für die Bewertung und Prüfung von Maschinen sind die unmittelbar gemessenen sogenannten „meßbaren Verluste" maßgebend. Bei der Subnormalenmethode wird aus der unmittelbaren Messung ein Mittelwert für die Auslaufskonstante berechnet, infolgedessen zeigt diese Methode Abweichungen von den unmittelbar gemessenen Verlusten, welche in manchen Fällen besonders bei den Maschinen mit Kollektor und Bürstenapparat nicht unbedeutend sind.

Praktische Messung zeigt, daß eine gut eingelaufene Maschine — ein Gleichstrommotor — bei rascher Drehzahländerung erst einige Zeit nach der Einstellung dieser neuen Drehzahl konstant bleibende Verluste aufnimmt, also erst nach der Erreichung der Stabilität für diese neue Drehzahl und für den neuen mechanischen Zustand der beweglichen Maschinenteile und der federnden Bürsten. Verluste, welche bei der aufsteigenden Drehzahl aufgenommen werden, weichen von den bei abnehmender Drehzahl gemessenen etwas ab.

Der stabile Zustand einer mit konstanter Drehzahl laufenden Maschine bei Leerlaufsmessung kann nicht in jedem Falle mit dem unstabilen, in Drehzahl veränderlichen Zustande der auslaufenden Maschine bezüglich der Verlustleistung als identisch angesehen werden.

Das beschriebene Verfahren beruht dagegen auf dem gegenseitigen Verhältnis der zwei Auslaufskurven, welche unter demselben Auslaufszustande und mit derselben Apparatur aufgenommen werden. Diese zwei Umstände vergrößern die erzielbare Genauigkeit des Verfahrens. Die Auslaufsmessung selbst wird nur zur Bestimmung des Verhältnisses der Verluste der erregten und unerregten Maschine benutzt, und in diesem Verhältnisse werden die unmittelbar gemessenen Verluste getrennt, so daß der Auffassung der Verbandsnormalien über die „meßbaren Verluste" entsprochen wird.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1917.[1])

Aus dem Tätigkeitsbericht ist auf elektrotechnischem Gebiet folgendes zu entnehmen:

Die Beanspruchung von Transformatorwicklungen[2]) durch eindringende elektrische Wellen wurde unter Anwendung der Theorie des Kettenleiters einer erneuten Untersuchung unterzogen, wobei die magnetische Koppelung der Nachbarwindungen unter Berücksichtigung ihrer Stromunterschiede in Rechnung gesetzt wurde; es ergab sich, daß diese strengere Behandlung an den früheren Ergebnissen[3]) praktisch nichts ändert. Ferner wurde das Spannungsgefälle in der Wicklung beim Eindringen periodischer Wellen berechnet, es erlangt im Gegensatz zu der bisherigen Auffassung seinen Höchstwert nicht am Anfang der Wicklung, sondern im Innern, u. zw. in der Tiefe einer Viertelwellenlänge, im Einklange mit den Messungen Böhms sowie mit der mehrfach beobachteten, aber bisher unaufgeklärten Tatsache, daß unter Umständen bei Transformatoren Windungen nicht am Anfang, sondern etwas tiefer durchschlagen.

Das im vorigen Tätigkeitsbericht beschriebene Vibrationsgalvanometer[4]) mit elektromagnetischer Resonanzabstimmung für 8 bis 65 und 30 bis 160 Per/s wurde noch etwas durch Anbringen günstigerer Wicklungen verbessert. Durch Bedecken des kleinen Instrumentes mit einer Schutzkappe aus Gußeisen

[1]) Nach „Zeitschr. f. Instrk.", Bd. 38, S. 50, 81, 94.
[2]) Vgl. Wagner, „Archiv f. Elektr." 1918, S. 301.
[3]) Vgl. Wagner, „ETZ" 1916, S. 425, 440, 456.
[4]) Vgl. Schering, „ETZ" 1918, S. 419.

Digitized by Google

oder aus legiertem Blech in mehreren Lagen konnten Streufelder wirkungslos gemacht werden, so daß das Instrument auch in der Nähe von Transformatoren oder 1000 A Wechselstrom führenden Leitungen benutzt werden kann. Die elektromagnetische Abstimmung erwies sich als so bequem, daß ein derartiges Instrument für höhere Frequenzen ausgebildet wurde. Ein an einem dünnen Draht b festigtes Eisenblättchen von 3×4×0,05 mm, die Nadel, ist zwischen die schneidenförmigen Polschuhe eines kleinen Gleichstrommagneten gebracht, der ihr die Richtkraft gibt; senkrecht dazu steht ein U-förmiger Wechselstrommagnet mit 2½ mm Maulweite, mit den Polflächen parallel zur Nadel. Durch Ändern des Gleichstroms ließ sich die Abstimmung in dem Frequenzbereich 70 bis 420 Per/s vornehmen. Bei Reihenschaltung der zwei Wechselstromspulen von je 18 Ω Widerstand und 0,05 H Induktivität betrug die Bildverbreiterung für 1 bis 10^{-6} A Wechselstrom bei objektiver Ablesung in 1 m Abstand 12 bis 3 mm bei Resonanzabstimmung, abnehmend mit zunehmender Frequenz. Die durch ein Kupferblech am Polschuh künstlich verstärkte Dämpfung betrug dabei ½ bis 1%.

Die auf dem Markt befindlichen Hartgummi-Ersatzstoffe wurden einer Untersuchung unterzogen, die Ergebnisse sind in einer vertraulichen Druckschrift zusammengestellt, welche an die interessierten Militär-, Marine- und Zivilbehörden sowie an vertrauenswürdige Firmen abgegeben wurde.[1])

Ein Versuchsbetrieb für den Chef der Feldtelegraphie im Gebiet des Oberbefehlshabers Ost wurde eingerichtet, an Versuchen auf einem U-Boot wurde teilgenommen, naturgemäß ist nichts Näheres darüber berichtet.

Für den Verband Deutscher Elektrotechniker wurden Versuche über den Einfluß, welchen der Ersatz der Kupferwicklungen durch Zink bei Strom und Spannungswandlern und die Remanenz von legiertem und nichtlegiertem Eisen bei Stromwandlern auf Übersetzungs- und Winkelfehler haben, angestellt.

Die Metallkommission der Reichsanstalt untersuchte Zinkdrahtproben auf ihren spezifischen Widerstand und dessen Temperaturkoeffizienten vor und nach der Erhitzung auf eine über der Kristallisationsgrenze liegenden Temperatur. Es wurden keine wesentlichen Änderungen dieser Größen festgestellt. In Verbindung mit dem Elektrotechnischen Verein Berlin, der einen Unterausschuß für die Untersuchung von Ersatzstoffen aus den Kreisen der Erzeuger und Verbraucher einsetzte, wurde ein Arbeitsplan für die in der Reichsanstalt auszuführenden Untersuchungen an Aluminium aufgestellt. Über einige Ergebnisse der chemischen und schmelztechnischen Untersuchung wird berichtet. Eine Rundfrage des Vereins hat ergeben, daß bei Freileitungen aus Aluminium schlechte Erfahrungen nicht vorliegen, namentlich ein Anfressen der Leitungen unter dem Einfluß der Atmosphäre nirgends beobachtet wurde. *Schg.*

[1]) Bedingungen. I. Teil, „ETZ" 1917, S. 390; II. Teil, 1918, S. 377, 392.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Neue Untersuchungen über den Funkenwiderstand.

[Comptes rendus hebd. de l'Acad. des sciences, Paris, Bd. 160. 1918, S. 678 ff.]

F. Beaulard de Lenaizan veröffentlicht die Ergebnisse seiner neuen Versuche zur Ermittlung des Funkenwiderstandes aus der Funkendämpfung und unter Berücksichtigung der verschiedenen Werte der Funkenspannung.

In einem Schwingungskreise von der Kapazität C, dem Widerstand R und der Selbstinduktion L ist die Stromstärke

$$i = V_0 \sqrt{\frac{C}{L}} e^{-\frac{R}{2L}t} \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

Es bestehen ferner die bekannten Beziehungen

$$\frac{R}{2L} = \alpha \quad \text{, und} \quad \vartheta = \alpha T = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}},$$

worin α den Dämpfungsfaktor und ϑ das logarithmische Dekrement bedeuten.

Ferner ist

$$v^2 = n \frac{V_0^2}{4\alpha} \quad \text{und} \quad V = V_0 e^{-\alpha t} \cos 2\pi \frac{t}{T},$$

wenn v die jeweils wirksame Spannung bezeichnet, welche der periodischen Spannung V entspricht.

Der Widerstand des Funkens ergibt sich alsdann aus der Gleichung

$$R = 2L\alpha = L\frac{n V_0^2}{v^2}.$$

Bei den Versuchen ist die Selbstinduktion L dauernd unverändert geblieben ($L = 17398$ cm), während die Kapazität klein war, sich aber innerhalb der Grenzen von 1,9 und 7,5 cm veränderte.

Die folgende Zusammenstellung enthält die Widerstandsergebnisse von Versuchen, die bei einer Kapazität $C = 1{,}877$ cm ausgeführt wurden:

Funkenlänge l mm	α	R Ohm
1	841,4	0,0293
2	626,3	0,0218
3	593	0,0206
4	496	0,0173
5	452	0,0157
6	382,6	0,0133
7	340,6	0,0118
8	311,6	0,0108
9	244	0,008
10	201,1	0,007

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß der Funkenwiderstand abnimmt, wenn die Funkenlänge wächst. Dies deckt sich mit den Ergebnissen früherer Ermittlungen, die an gewöhnlichen kurzen Funken vorgenommen worden sind, wobei der Widerstand einen Mindestwert erreichte, der von der angewandten Kapazität abhing. De Lenaizan hat bei seinen neuen Versuchen diesen Mindestwert nicht erreichen können, weil sich bei Zunahme der Funkenlänge die Art der Entladung alsbald ändert, indem sie ihre Eigenschaft als schwingende Entladung verliert, wie man sich durch den Augenschein leicht überzeugen kann. Daraus ergibt sich, daß man den Funkenwiderstand nicht ohne weiteres dem Widerstand eines metallischen Leiters gleichsetzen kann. Denn außer der Temperatursteigerung kommt noch die Bildung gasförmiger oder metallischer Ionen in Betracht, die um so zahlreicher auftreten, je länger der Weg ist, und welche die Leitfähigkeit der Funkenstrecke vergrößern.

Man muß ferner berücksichtigen, daß jeder Funkenlänge eine besondere Ladungsspannung und demzufolge eine besondere Ladungsenergie entspricht. Es ist deshalb erforderlich, die Widerstandsergebnisse auf eine einheitliche Ladungsspannung V_0 zurückzuführen. Alsdann ergibt sich folgende Zusammenstellung deren letzte Spalte den Funkenwiderstand, bezogen auf die Längeneinheit, angibt:

l mm	v	V_0	R Ohm	$\frac{R}{l}$ Ohm
1	1,573	16,10	0,0293	0,029
2	1,967	27,50	0,0636	0,031
3	2,324	38,20	0,116	0,039
4	2,700	47,70	0,152	0,038
5	3,085	56,30	0,192	0,038
6	3,471	64,90	0,216	0,036
7	4,048	71,60	0,233	0,033
8	4,812	77,00	0,247	0,031
9	7,032	81,60	0,218	0,024
10	8,043	84,70	0,193	0,019.

Führt man also den Funkenwiderstand auf eine einheitliche Ladungsenergie zurück, so ergibt sich, daß der Widerstand des Funkens, wie aus der zweiten Zusammenstellung hervorgeht, mit dessen Länge zunimmt. Gleichwohl kann von einer Widerstandseinheit des Funkens nicht die Rede sein, da der Widerstandswert zunächst (bis 3 mm) mit der Funkenlänge erheblich zunimmt, dann sich einigermaßen auf der gleichen Höhe hält und schließlich wieder abnimmt. De Lenaizan empfiehlt daher, besser von einem scheinbaren Widerstand (pseudo-résistance) der Funkenstrecke als von einem „Funkenwiderstand" schlechthin zu sprechen. *Kz.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Die Bestimmung kleiner Phasenverschiebungen bei Niederfrequenz.

[C. Deguisne. Arch. f. El., Bd. 5, S. 375, 8 S., 5 Abb.]

Verfasser verwendet die Thomsonsche Doppelbrücke zur Vergleichung des Phasenwinkels zweier Widerstände AC und $A'C'$ (Abb. 1), bei Wechselstrom niedriger Frequenz. Bei Anwendung dieser Doppelbrücke gehen die Widerstände und Induktivitäten der Zuleitungen nicht in die Messung ein. Die Brückenwiderstände w' und r' werden geändert, u. zwar so, daß stets $\frac{w'}{w} = \frac{r'}{r}$ bleibt. Es läßt sich damit der Ausschlag des Vibrationsgalvanometers zunächst auf ein Minimum bringen. Eine veränderliche gegenseitige Induktivität, als „Phasenschlitten" bezeichnet, ist mit der Primärspule S_1 in den Hauptstromkreis geschaltet

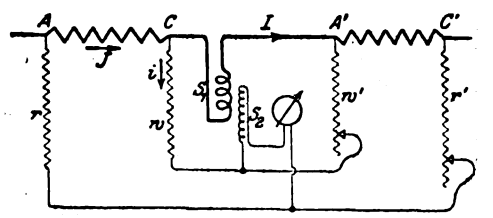


Abb. 1. Schema der Doppelbrücke zur Bestimmung kleiner Phasenverschiebungen.

die sekundäre Spule S_2 liegt im Galvanometerzweig. Der Hauptstrom J in S_1 induziert in S_2 eine kleine zu ihm senkrechte Spannung e, welche der Spannungskomponente entgegenwirkt, die am Galvanometer auftritt. Durch Verschieben des Phasenschlittens läßt sich das Galvanometer stromlos machen.

Es ist dann $\operatorname{tg}\alpha = \frac{\eta}{R'}\left(1 + \frac{r'}{r}\right) + \operatorname{tg}\alpha'$;

$R : R' = r : r'$, wobei α bzw. α' die Phasenwinkel, R und R' die Widerstandswerte der Widerstände AB bzw. AB' bedeuten und η die Ablesung an der geeichten Skala des Phasenschlittens ist. Der Strom in der Spule S_1 ist um den durch w und w' fließenden kleinen Strom geringer als der Strom durch AC und AC'; die deswegen an der obigen Formel anzubringenden Korrektionen werden berechnet, in welche der Widerstand und die Induktivität des zwischen den Punkten C und A' liegenden Verbindungsstückes eingeht. Zum Teil sind die Korrektionen vernachlässigbar klein. Messungen sind nicht aufgeführt; es wird angegeben, daß mit dem Phasenschlitten Induktivitäten von 10^{-2} bis 10^{-3} H gemessen, andere Meßbereiche durch andere Spulensätze des Phasenschlittens erhalten werden können.

Nach Ansicht des Berichters bietet die Anwendung der Thomsonbrücke nur Vorteile für die Messung von Induktivitäten unter 10^{-5} oder für die Bestimmung von Phasenwinkeln an Widerständen unter 10 Ω, bei größeren Beträgen muß man bequemer mit der gewöhnlichen Brücke; die Induktivität der Zuleitungen läßt sich leicht berechenbar machen und bleibt meist unter 2×10^{-7} H. Bei 50 Per/s haben die in der untenstehenden Zahlentafel angeführten Widerstände R einen Phasenwinkel von ungefähr 1 min, wenn sie mit der danebenstehenden Induktivität L behaftet sind.

R		L
10	Ω	1×10^{-5} H
1	„	1×10^{-6} H
0,1	„	1×10^{-7} H
0,01	„	1×10^{-8} H
0,001	„	1×10^{-9} H

Nach den Erfahrungen des Berichters („ETZ" 1917 S. 421, 435) erfordert die Vermeidung von Störungen durch Streuinduktivität bei Messung von Widerständen von 0,1 Ω abwärts in der Doppelbrücke bereits besondere Aufmerksamkeit; es bedarf des Nachweises, daß bei der Verwendung des Phasenschlittens, also einer gegenseitigen Induktivität, solche Störungen vermeidbar sind.

Wenner hat im „Bul. Bur. of Stand.", Bd. 8, 1912, S. 603, eine der besprochenen sehr ähnliche Schaltung behandelt, bei der die Sekundärspule des Phasenschlittens nicht vor dem Galvanometer, sondern in dem Brückenzweige r liegt; auch Wenner gibt nur die Rechnung, keinen Beweis der Richtigkeit durch Messungen. *Schg.*

Beleuchtung und Heizung.

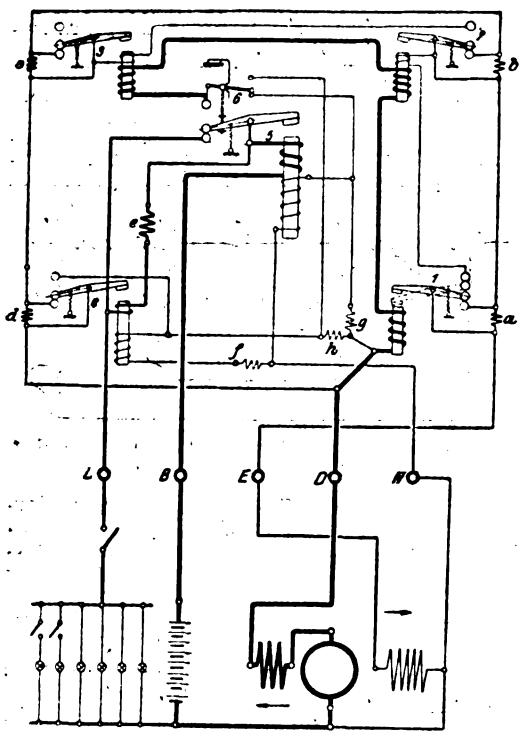
Zugbeleuchtung der Maschinenfabrik Oerlikon.

[Periodische Mitteilungen der Masch.-Fabr. Oerlikon, Nr. 86, März 1917.]

Die allgemeine Einrichtung ist mit den bekannten Bauarten übereinstimmend. Die von der Wagenachse angetriebene Dynamo erzeugt Strom zur Speisung der Lampen und zur Batterieladung. Von einem Regler wird die Dynamo geschaltet und geregelt. Da sie außer der Nebenschlußwicklung noch eine gegenwirkende Hauptstromwicklung hat, so wird dadurch vom Regler gewissermaßen ein Teil seiner Aufgabe übernommen.

Abb. 2 zeigt die Schaltung des Reglers nebst den Verbindungsleitungen zwischen Re-

Digitized by Google



Zeichenerklärung:

1, 2 und 3 = Nebenschlußrelais.
4 = Ladebegrenzungsrelais.
5 = Parallelschalter.
6 = Hilfsschalter.
a, b, c, d = Nebenschlußwiderstände.
f, h = Widerstände für Laderelais.
g = Widerstand für Parallelschalter.
e = Netzwiderstand.
L, B, E, D u. N = Anschlußklemmen.

Abb. 2. Schaltung des Reglers.

ler, Lampennetz, Batterie und Dynamo, Abb. 3 die Darstellung des Batteriestromes in Abhängigkeit von der Zuggeschwindigkeit und Abb. 4 das Diagramm einer Nachtfahrt mit geladener Batterie. Der Regler im Gewichte

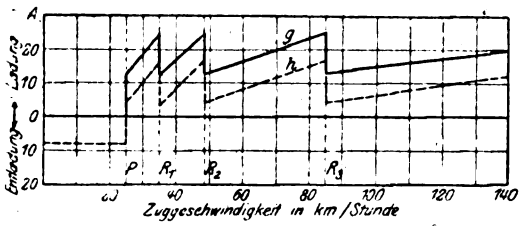


Abb. 3. Batteriestrom in Abhängigkeit von der Zuggeschwindigkeit.

von etwa 12 kg enthält den Selbstschalter 5 mit Hilfsschalter 6 (Parallelschalter) und vier bis auf die Wicklung genau gleiche elektromagnetische Relais 1, 2, 3, 4, die die im Erregerstromkreise liegenden Nebenschlußwiderstände *a*, *b*, *c*, *d* betätigen.

(R_2 in Abb. 3). Die drei Relais sind gegenseitig verriegelt, u. zw. durch auf den Relais 2, 3 angeordnete Spannungsspulen, die Strom erhalten, wenn die Stufenwiderstände *a*, *b* eingeschaltet sind.

Das Relais 4 dient zur Begrenzung der Batterieladung. Zu dem Zwecke ist es mit einer Spannungswicklung versehen, die unter Zwischenschaltung des Widerstandes *f* an die Dynamo angeschlossen ist. Bei Erreichung der festgelegten Endspannung an der Batterie erfolgt die Einschaltung des Widerstandes *d*. Dieser ist so hoch bemessen, daß selbst bei der höchsten Zuggeschwindigkeit die Maschinenspannung noch unter die Batteriespannung sinkt. Infolge des dabei kurzzeitig auftretenden Rückstromes trennt der Selbstschalter 5. 6 die Verbindung zwischen Dynamo und Batterie.

Auf dem Ladebegrenzungsrelais 4 ist noch eine Wicklung angebracht. Diese ist bei eingeschalteten Lampen und zugeschalteter Dynamo vom Lampenstrom durchflossen. Da diese Amperewindungen mit denen der Spannungswicklung gleichsinnig wirken, so ist die Endspannung der Dynamo bei eingeschalteten Lampen eine etwas niedrigere als bei ausgeschalteten Lampen.

In der Lampenleitung befindet sich außerdem der Netzwiderstand *e*, in dem ein überschüssiger Teil der Maschinenspannung vernichtet wird. Bei abgeschalteter Dynamo sind der Netzwiderstand *e* und die dickdrähtige Wicklung des Relais 4 durch den Selbstschalter 5 kurzgeschlossen.

Mit dem Umschalthebel des Selbstschalters ist ein Hilfsschalter 6 gekuppelt. In der gezeichneten Ausschaltstellung ist der Vorschaltwiderstand *g* kurzgeschlossen und der Widerstand *h* in den Stromkreis des Ladebegrenzerrelais eingeschaltet. Bei eingeschaltetem Selbstschalter ist der Vorschaltwiderstand *g* eingeschaltet und der Widerstand *h* kurzgeschlossen. Der Widerstand *g* dient zur Verkleinerung des die Ausschaltung herbeiführenden Rückstromes; der Widerstand *h* verhütet ein Ansprechen des Ladebegrenzerrelais vor der Zuschaltung der Dynamo an die Batterie.

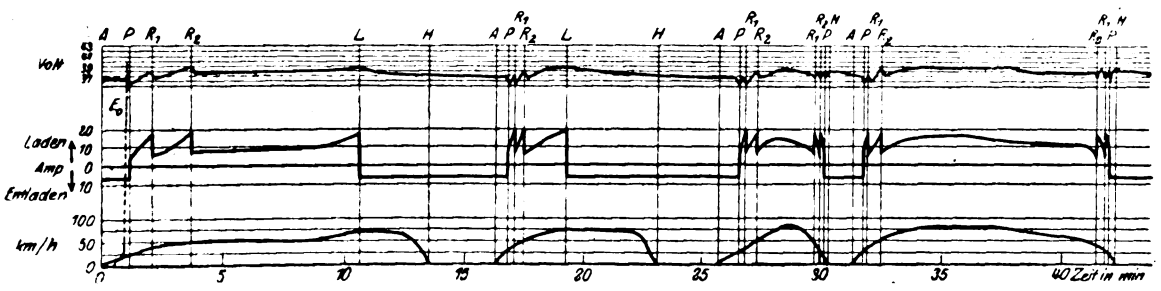
Bezüglich der Lampenspannung ist zu erwähnen, daß diese sich während der Fahrt in einem gewissen Bereiche ändert. Diese Spannungsänderung ist jedoch an den Metalldrahtlampen wegen der gleichbleibenden Farbe des ausgestrahlten Lichtes nicht sichtbar. *Di.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Von Elektrizitätswerken.

Offenbach. Zum Zwecke des Stromaustausches und der Unterstützung bei Betriebsstörungen ist das Kraftwerk des städtischen Elektrizitätswerkes Offenbach a. M. mit dem Kraftwerk der Braunkohlenzeche Gewerkschaft Gustav in Dettingen in Bayern durch eine etwa 25 km lange Fernleitung zusammengeschlossen worden.

Durch diesen Zusammenschluß soll eine möglichst störungsfreie Aufrechterhaltung der Versorgung der Stadt und des Kreises Offenbach a. M. mit elektrischer Arbeit durchgeführt



Zeichenerklärung:

A = Anfahren des Zuges.
H = Anhalten des Zuges.
P = Parallelschalten von Dynamo und Batterie.
R_I = Erstes Nebenschlußrelais.
R_{II} = Zweites Nebenschlußrelais.
R_{III} = Drittes Nebenschlußrelais.
L = Ladebegrenzungsrelais.
E_0 = Dynamospannung beim Anfahren.

Abb. 4. Diagramm einer Nachtfahrt mit geladener Batterie.

Die drei erstgenannten Relais, deren Wicklungen vom Maschinenstrom durchflossen sind, bilden im Grunde genommen einen dreistufigen Hauptstromregler. Nach Übersteigen eines bestimmten Hauptstromes wirkt zuerst Relais 1, das den Widerstand *a* einschaltet (Stelle R_1 in Abb. 3), wobei infolge der geschwächten Erregung der Strom bis auf etwa die Hälfte seines früheren Wertes heruntersinkt; bei etwa 50 km/h arbeitet dann Relais 2 (Stelle R_2 in Abb. 3) und zuletzt bei etwa 85 km/h Zuggeschwindigkeit Relais 3 (Stelle

werden. Das Kraftwerk der Gewerkschaft Gustav ist unmittelbar auf dem Braunkohlenvorkommen errichtet. Die Verbindungsleitung zwischen den beiden Kraftwerken ist vom städtischen Elektrizitätswerke Offenbach in der Lilistraße bis außerhalb des geschlossen bebauten Stadtgebietes zu einer Übergabestelle als Kabel unterirdisch verlegt. Von dieser Übergabestelle aus bis zum Kraftwerke der Gewerkschaft Gustav führt die Leitung als Aluminiumfreileitung 3×95 mm² an 15 m über dem Erdboden hohen eisernen Gittermasten für 20 000 V Betriebsspannung nach dem Weitspannsystem (etwa 200 m Mastenabstand) über die hessischen Gemarkungen Rumpenheim (Waldheim), Mühlheim, Dietesheim, Klein- und Groß-Steinheim sowie Klein-Auheim. Bei Klein-Auheim kreuzt die Leitung den Main und damit die Landesgrenze und führt weiter über die preußischen Gemarkungen Groß-Auheim und Groß-Krotzenburg, sowie über die bayerischen Gemarkungen Kahl und Groß-Welzheim bis zum Kraftwerke der Zeche Gewerkschaft Gustav. Auf der preußischen Seite des Mainufers ist eine Schaltstelle errichtet, in der auch der vom Kraftwerke der Gewerkschaft Gustav nach Offenbach bzw. von Offenbach nach dem Kraftwerke der Gewerkschaft Gustav gelieferte Strom gemessen wird und ausschaltbar gemacht ist. Die Mainüberspannung ist mit Bronzedraht ausgeführt. Die beiden Überspannungsgittermaste sind je 50 m hoch. Die Leitung wurde am 14. IX. 1918 in Betrieb genommen. Die volle Stromlieferung soll demnächst aufgenommen werden.

Die Stadt Offenbach hat weitere Zusammenschlußverträge abgeschlossen mit dem Oberpräsidenten der Provinz Hannover als Chef der Weser-Strombauverwaltung und mit der Hessischen Eisenbahn A. G. (Heag) in Darmstadt. Nach Wiederkehr normaler Preisverhältnisse soll das Kraftwerk Offenbach mit den bei der Ausführung der Mainkanalisierung von Offenbach bis Aschaffenburg jetzt im Bau begriffenen Main-Wasserkraftwerken sowie mit dem Kraftwerke der „Heag" in Darmstadt durch Fernleitungen verbunden werden. Die Mainwasserkraftwerke ihrerseits werden durch Fernleitungen mit der Eder-Talsperre verbunden, während anderseits das Kraftwerk der „Heag" in Darmstadt mit den Oberrheinischen Elektrizitätswerken in Mannheim durch eine Fernleitung bereits zusammengeschlossen ist. Die Oberrheinische Eisenbahngesellschaft in Mannheim ist zusammengeschlossen mit den Pfalzwerken in Homburg (Pfalz) und wird zusammengeschlossen mit den staatlichen badischen Murg-Werken. Die „Heag" in Darmstadt ist seit kurzem gleichfalls mit der Braunkohlenzeche Gustav in Dettingen zusammengeschlossen, die ihrerseits wieder Anschluß erhält an das große Bayernwerk für das Königreich Bayern und der die Versorgung des Bezirkes Oberfranken von dem Bayernwerk bereits übertragen ist.

Durch diese Zusammenschlüsse wird somit ein zusammenhängendes Stromgebiet geschaffen von Bremen bis herunter in die Schweiz und Tirol, sowie durch die Zusammenschlüsse der Kraftwerke Offenbach und Darmstadt mit der Zeche Gustav wird auch eine Verbindung hergestellt mit dem geplanten großen Bayernwerk für das Königreich Bayern. Das Kraftwerk der Braunkohlenzeche Gustav in Dettingen, sowie die künftigen Zusammenschlüsse des Kraftwerkes Offenbach mit den Main-Wasserkraftwerken und dem Kraftwerke der „Heag" in Darmstadt bilden somit das letzte Glied in der Kette von Werken für dieses von Bremen bis zur Schweiz und Tirol durch Deutschland sich erstreckenden großen Stromversorgungsgebietes. *Dr. K.*

Sprottau. Die Stadtverordneten beschlossen den Anschluß an das Überlandwerk Sagan und wählten für den Bau eines Leitungsnetzes als Sachverständigen den beratenden Ingenieur Aumann, Berlin-Friedenau.

Allgemeiner Maschinenbau.

Gleichzeitige Verfeuerung verschiedener Kohlensorten auf Wanderrosten.

[Mitt. d. Vereinig. d. El.-W., Bd. 16, S. 263.]

P. Schmieder berichtet über eine Vorrichtung an Wanderrostfeuerungen, welche gestattet, die verschiedensten Kohlensorten, z. B. Braunkohle, Koks, Briketts, Steinkohle, wie sie gerade zu erhalten sind, miteinander zu verbrennen, also gute Kohle zu strecken. Vom Heizerstand aus gesehen, ist vor dem eigentlichen Kohlentrichter, der zur Aufnahme des hochwertigen Brennstoffes dient, ein weiterer Behälter für minderwertiges Material, das wegen zu geringen Heizwertes nicht allein verwendet werden kann, derart angeordnet, daß aus ihm stets eine gleichmäßig hohe Brennstoffschicht auf den Rost gelangt. Aus dem dahinter liegenden ursprünglichen Behälter kann die hochwertige Kohle in einer regulierbaren Schichthöhe auf den Rost gebracht werden. Ihre Höhe richtet sich nach der Stärke der Belastung und dem Heizwerte der Brennstoffe. Eine derartige Vorrichtung soll gleichmäßige und vollkommene Verbrennung ohne Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit ergeben haben. *Zim.*

Digitized by Google

Berg- und Hüttenwesen.

Die Elektrostahlanlagen in Italien.

Wie die „Zeitschr. d. V. D. I." 1918, Nr. 39 einer Statistik von „La Metallurgia Italiana" entnimmt, waren Ende 1917 in Italien folgende Bauarten elektrischer Schmelzöfen im Betrieb: Angelin 22 Öfen, Ansaldo 1, Bassanesi und Stassano-Bassanesi 40, Catani 2, Girod 4, Héroult 14, Keller 10, Kjellin 1, Ilava 3, Sopranzi 1, Stassano 26, Tofani 5, unbekannter Bauart 58, insgesamt also 187 Öfen. Einige davon haben eine Leistungsfähigkeit von 8 bis 15 t, andere von 3 bis 5 t, die Mehrzahl jedoch von 1 bis 2 t. Da Italien im Januar 1916 angeblich nur über 22 Elektrostahlöfen verfügte, so scheint dort die Elektrometallurgie während des Krieges einen außergewöhnlich großen Aufschwung genommen zu haben.

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Zur Frage des Wegerechtes für elektrische Leitungen.

Das Preußische Oberverwaltungsgericht hat zu dieser Frage in einer Entscheidung vom 8. XI. 1917 erneut Stellung genommen. Nachstehend ist das Wichtigste daraus wiedergegeben.

Abweichend von seinem früheren, der Polizei vorgelegten und von dieser mit Zustimmung der Oberpostdirektion genehmigten Entwurfe hatte ein Elektrizitätswerk sein Starkstromkabel auf einer Strecke der in Frage kommenden Kreisstraße in der Nähe der Reichstelegraphenleitung verlegt. Die Oberpostdirektion fand hierdurch ihre Telegraphenleitung und deren Bedienungspersonal gefährdet und stellte, als ihre Verhandlungen wegen Abhilfe ergebnislos blieben, bei dem Regierungspräsidenten den Antrag, zu veranlassen, daß durch polizeiliche Verfügung eine Umlegung der Kabel angeordnet werde. Auf Anweisung des Regierungspräsidenten erließ die Polizeiverwaltung an das Elektrizitätswerk die Aufforderung, die Hochspannungskabel, welche Abweichungen von den amtlich ausgelegt gewesenen Plänen enthalten, derart zu verlegen, daß die für die Reichstelegraphenverwaltung verursachten Gefahren und Nachteile beseitigt werden. Gegen diese Verfügung klagte das Elektrizitätswerk und bekam in allen Instanzen Recht.

Die Verfügung der Polizeiverwaltung ist eine sicherheitspolizeiliche Anordnung und nicht zum Schutze der Wegeanlage, sondern im Interesse der Reichstelegraphenanlagen erlassen. Die Wegepolizeibehörde wäre berechtigt gewesen, gegen den von dem genehmigten Entwurf abweichenden Eingriff in den Bestand des öffentlichen Weges einzuschreiten und die Entfernung der Kabelanlage zu fordern, wenn die abweichende Verlegung nicht mit Zustimmung der Wegepolizeibehörde erfolgt war. Im vorliegenden Falle sollten aber lediglich Interessen der Post wahrgenommen werden. Weder durch Gesetz noch durch sonstige Bestimmungen war eine Verpflichtung des Elektrizitätswerkes begründet, vor der Verlegung der Kabel die Genehmigung der Polizei im sicherheitspolizeilichen Interesse nachzusuchen. Die von der Polizei erteilte Genehmigung enthält nur deren Erklärung, daß der Kabelverlegung in der geplanten Art polizeiliche Bedenken nicht entgegenstehen. Eine Abweichung erfolgte allerdings auf Gefahr der Klägerin, kann aber polizeilich nur beanstandet werden, wenn und soweit dadurch Gefahren im Sinne des § 10 Titel 17 Teil II des Allgemeinen Landrechts für die Telegraphenleitung, die Arbeiter und das Publikum hervorgerufen würden. Zu Unrecht wird die Polizeiverwaltung aus der Pflicht des Elektrizitätswerks, auf Verlangen der Polizei über die von ihm beabsichtigte Anlage Auskunft zu erteilen und zu diesem Zweck den Entwurf der Kabelanlage ihr zur Kenntnisnahme vorzulegen, die weitere Verpflichtung des Werkes, dann auch die Anlage lediglich nach diesem Entwurfe herzustellen, abzuleiten und schon in der Abweichung von dem Entwurf einen polizeiwidrigen Zustand erblicken. Auch wenn eine solche Auskunftspflicht bestehen sollte, so könnte doch in keinem Falle allein in dem bloßen Abweichen von dem auf Verlangen der Polizei vorgelegten Entwurf ein polizeiwidriges Handeln und in der hiermit geschaffenen Anlage ein polizeiwidriger Zustand gefunden werden. Die Ansicht, daß die Ministerialerlasse vom 3. IV. 1904 (Minist.-Bl. S. 120) und vom 28. IV. 1909 (Minist.-Bl. S. 136) derartige Anlagen genehmigungspflichtig machen, ist irrig. Sie können ohne eine entsprechende gesetzliche Unterlage eine solche Pflicht nicht begründen und bleiben in ihrer Bedeutung darauf beschränkt, der Polizei eine Unterlage dafür zu geben, wie sie vom sicherheitspolizeilichen Zustand eine tatsächlich geschaffene Anlage und einen ihr zur Kenntnis und Vorprüfung vorgelegten Entwurf zu beurteilen und danach ihre Forderungen zu stellen oder Ratschläge zu erteilen hat. Wenn die Weisungen jener Ministerialerlasse auch von vornherein als solche, welche auf Grund sorgfältigster Prüfung von sachkundiger Seite nach den besten Erfahrungen der Praxis und dem neuesten Stande der Wissenschaft aufgestellt worden sind, die beste Unterlage nicht nur für das Befinden der Polizei, sondern auch des Verwaltungsrichters darbieten, so ist doch keinesfalls ein Abweichen von ihnen allein für sich und ohne weiteres schon ein Zustand der Gefahr, sondern ist dieser als solcher immer noch vom Verwaltungsrichter zu prüfen.

Der Bezirksausschuß hat auf Grund sorgfältiger Prüfung der Verhältnisse nach Anhörung eines von ihm als zuverlässig befundenen Sachverständigen das Vorliegen einer Gefahr verneint. Er hat auch die Weisungen der Ministerialerlasse zutreffend gewürdigt und insbesondere die Schutzvorschrift, daß unterirdische Starkstromkabel den Konstruktionsteilen oberirdischer Schwachstromleitungen „tunlichst fernbleiben" sollen, richtig ausgelegt. Diese Vorschrift kann nicht dahin verstanden werden, daß die Wegnahme der Kabel von der bisherigen Stelle schon dann ohne weiteres polizeilich verlangt werden kann, wenn sich ergibt, daß eine Legung in größerer Entfernung möglich ist. Aus der Vorschrift in Absatz II Nr. 8 des Ministerialerlasses vom 28. IV. 1909 ist die Unzulässigkeit des Gleichlaufs der beiden Leitungen nicht zu entnehmen. Die Frage, ob eine Gefahr für die Arbeiter der Telegraphenverwaltung begründet ist, ist eingehend gewürdigt. Erschwerungen und Behinderungen der Instandsetzungsarbeiten bleiben vom polizeilichen Standpunkt außer Betracht. Der durch die Reichsgesetzgebung, insbesondere das Telegraphenwegegesetz vom 18. XII. 1899 gewährleistete behördliche Schutz der in den Telegraphen- und Fernsprechlinien verkörperten öffentlichen Interessen gegen störende Beeinflussung dieser Anlagen durch andere elektrische Anlagen ist nicht Aufgabe der Polizeibehörden, vielmehr sind die aus einer solchen Störung sich ergebenden Ansprüche lediglich im Wege des Zivilprozesses zu verfolgen (vgl. Entscheidungen des Oberverwaltungsgerichts Bd. 54, S. 272).

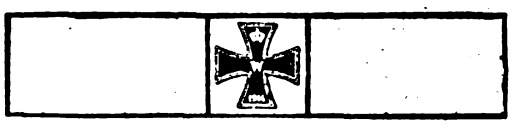
Schmidt.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Dr.-Ing. Fr. Helm, ordentlicher Professor für Eisenbahnkunde an der Technischen Hochschule Braunschweig, ist zum Vereinsdirektor des Vereins Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahnverwaltungen gewählt worden.

Gießen †. Als mittelbares Opfer des Krieges starb am 10. III. 1918 nach langer Krankheit der erste Kabelingenieur der Norddeutschen Seekabelwerke, Nordenham, Major d. Res. Gießen, im Alter von 61 Jahren.



Für Verdienste um das Vaterland haben Auszeichnungen erhalten:[1])

F. Petersilie, Ingenieur der Sachsenwerk Licht- und Kraft A. G., Niedersedlitz, und Gefreiter (Eisernes Kreuz II. Kl.).

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Akkumulatoren für Elektrizität. Von Reg.-Rat Dr. R. Albrecht. 2. neu bearbeitete Auflage. Mit 56 Abb. 122 S. in 16°. Verlag von G. J. Göschen. Berlin und Leipzig 1918. Preis 1,25 M.

Das kleine, 122 Seiten starke Büchlein bringt in allgemein verständlicher, klarer Form einen Überblick über die chemischen Vorgänge im Akkumulator, über seine Wirkungsweise, über Konstruktion und Einbau der Platten, über die Aufstellung und Wartung ortsfester Akkumulatoren, über die Verwendung tragbarer Sammler und schließt mit einer Beschreibung des Edison-Akkumulators und einem Vergleich desselben mit Bleiakkumulatoren. Das Werkchen kann jedem empfohlen werden, der sich in kurzer Zeit über das Wesen und die Arbeit elektrischer Akkumulatoren unterrichten will, ohne tiefer in die Materie einzudringen.

Einige Kleinigkeiten könnten in einer späteren Auflage wohl ergänzt bzw. berichtigt werden. So führt der Verfasser auf S. 39 als Mittel gegen das Sintern der negativen Masse Gips, Bimstein und Porzellanmehl an, während hierfür heute wohl ausschließlich fein verteilte Kohle oder Salze gewisser Leichtmetalle benutzt werden; auf S. 86 wird angegeben, daß bei 110 Volt-Anlagen mit Einfachzellenschalter 8 Zellen abschaltbar sein müssen, während man entsprechend der Spannung von 2,2 V bei frisch geladenen Zellen 10 Zellen abschaltbar macht; die maximale Ladespannung der heutigen Zellen mit Holzbrettcheneinbau ist nicht 2,75, sondern 2,8 bis 2,83 V (S. 88); für Zusatzdynamos nimmt man zweckmäßig nicht Nebenschlußmaschinen mit Selbsterregung, sondern man erregt diese Maschinen vom Lichtnetz (S. 92). Für elektrische Zugbeleuchtung ist die Rosenberg-Dynamo wohl nicht unumstritten als beste Lösung zu bezeichnen, und auch bei den Konstruktionen von Brown, Boveri & Cie. und Jul. Pintsch A. G. u. a. liefert die Dynamo beim Wechsel in der Fahrtrichtung stets Strom in gleicher Richtung (S. 97). Für galvanoplastische Anlagen nimmt man nicht 40 Zellen, die in Reihe mit 110 V geladen und in Parallelschaltung entladen werden, sondern man nimmt für Kupferbäder eine, für Nickelbäder zwei Zellen, die von einer besonderen Niederspannungsdynamo geladen werden. Bei 40 Zellen müßte während der Ladung der Batterie der Betrieb der Bäder ruhen, auch würde die Parallelschaltung so vieler Zellen zu teuren, komplizierten Schaltanlagen und zu Unregelmäßigkeiten im Betriebe führen (S. 98).

Diese kleinen Irrtümer, die nur für den Sepzialisten von Interesse sein dürften, beeinflussen nicht den eigentlichen Wert des Werkchens, in klarer Sprache und leicht faßlicher, zusammengedrängter Form einen Überblick über den gegenwartigen Stand der Akkumulatorentechnik zu geben. Dr. E. Sieg.

Wirkungen des Krieges auf Rechtsverhältnisse der Elektrizitäts- und Gaswerke. Zur Frage der Tariferhöhungen, Bezahlung vereinbarten Mindestverbrauches trotz Verbrauchseinschränkung, Beschlagnahme elektrischer Maschinen. Von Dr. jur. Fr. Böckel. 107 S. in 8°. Verlag von J. Schweitzer (Arthur Sellier). München, Berlin und Leipzig 1918. Preis 3 M.

Der Verfasser ergeht sich überall in großen Erörterungen und Darlegungen über Literatur und Entscheidungen aus der Friedenszeit. Die allerwichtigste Literatur, die über die Fragen vorliegt, nämlich die Aufsätze von Rechtsanwalt Plun in der „Jur. Wochenschrift" vom 16. X. 1916, vom 25. VII. 1917 S. 715, schließlich vom 15. I. 1918, S. 33, sind nicht berücksichtigt. Ein kurzer Hinweis auf diese Aufsätze ersetzt ohne weiteres drei Viertel des Inhalts des Dr. Böckelschen Buches nach meiner Auffassung.

Zwei Entscheidungen des R. G., die allerdings wohl erst nach dem Erscheinen des Buches gekommen sind, erübrigen die ganze Benutzung des Buches. Denn sie bestätigen klar die Richtigkeit der Auffassungen, zu welchen schließlich Böckel gelangt. Es ist dies die Entscheidung des R. G., von welcher ich bisher lediglich eine Besprechung gefunden habe im „Berliner Börsenkurier" 1918. Nr. 258, S. 7. Es ist dies weiter die ganz neue Entscheidung des R. G. vom 10. VII. 1918, besprochen nach meiner Kenntnis bisher nur von der „Frkf. Ztg." am 13. VII. 1918. Diese Entscheidung bestätigt ausdrücklich: Langfristige Gaslieferungsverträge sind endgültig in vollem Umfange aufgehoben, wenn durch kriegsverursachte Erschwerung der Erzeugung von Gas die Erzeugung und Lieferung des Gases zeitweilig unmöglich geworden ist.

Es liegt hier eine glatte Entscheidung vor, die das generelle Ergebnis billigt:

Wird bei langfristigem Liefervertrag Erzeugung und Lieferung des Lieferungsgegenstandes (Gas oder elektrischer Strom) infolge von Kriegshemmnissen zeitweilig unmöglich, so ist der Lieferant berechtigt, den Vertrag auf ganze Vertragsdauer als unwirksam zu erklären und aufzuheben.

Diese Entscheidung bestätigt, wie ich oben bemerkte, das Ergebnis, zu welchem Dr. Böckel

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1917. S. 602; 1918. S. 19. 59. 80. 99. 122. 159. 191. 270. 291. 831.

Digitized by Google

in seinem Buch gelangt, läßt aber nach meiner Auffassung das ganze Buch literarisch überflüssig werden. Richter.

Vom Aktienwesen. Eine geschäftliche Betrachtung. Von W. Rathenau. 62 S. in 8°. Verlag von S. Fischer. Berlin 1917. Preis 1 M.

Eine klare Darstellung des Hergangs der geschichtlichen Entwicklung, der Substitution des Grundes (Änderung des Wesenskerns) und der wirtschaftlichen Bedingtheiten von Aktienunternehmen: das ist, mit den Worten des Verfassers gesagt, kurz der Inhalt dieser Betrachtung, einer Schrift, die weiteste Verbreitung verdient. Rathenau hat das beneidenswerte Glück gehabt, mit einer unserer bedeutendsten Industriegesellschaften sozusagen groß zu werden, und wenn er heute als Präsident des aus ihr entwickelten mächtigen Konzerns den Schleier lüftet, der dem Außenstehenden das innere Leben solcher Unternehmen, die Schwierigkeiten und Sorgen, aber auch die weit vorausgreifenden Gedanken der Verantwortlichen, die Kämpfe um Leben und Leistungshöhe verhüllt, so wird der Leser mit Spannung dem Vortrag tiefgehender Erfahrung folgen. Um so mehr zu Zeiten eines Krieges, dessen technische Entscheidung der Verfasser mit einem gewissen Recht als durch die vorsichtige Finanzgebarung der deutschen Aktiengesellschaften geliefert bezeichnen kann. Und da ist es denn auch am Platze, unter energischem Hinweis auf diese Verdienste den öffentlichen Instanzen, Rechtsgelehrten und Publizisten zum Bewußtsein zu bringen, daß es sich bei den Großunternehmen nicht mehr um die „Vereinigung von Kaufleuten zu nutzbringenden Geschäften", sondern um Gebilde von außerordentlich nationalwirtschaftlicher Bedeutung handelt, die ganz andere Daseinsbedingungen, ganz andere Freiheiten fordern, als sie die bestehenden Gesetze und veraltete Anschauungen gewähren. Dr. Franz Meißner.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Statistik des Bergbaues in Österreich für das Jahr 1913. 2. Lieferung: Betriebs- und Arbeiterverhältnisse beim Bergbau. Naphthastatistik. Herausgegeben vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten. 247 S. in 4°. (Sonderheft der Zeitschrift „Bergbau und Hütte") Verlag der k. k. Hof- und Staatsdruckerei. Wien 1918.

Statistik des Bergbaues in Österreich für das Jahr 1915. 1. Lieferung: Die Bergwerksproduktion. (Mit Ausschluß der Naphthagewinnung.) Herausgegeben vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten. 122 S. in 4° (Sonderheft der Zeitschrift „Bergbau und Hütte") Verlag der k. k. Hof- und Staatsdruckerei. Wien 1918.

Tarifnot und Tariferhöhung in den Gemeindebetrieben und den privaten Straßenbahn-, Gas-, Wasser- und Elektrizitäts-Unternehmungen. Von Dr. W. Supf. 56 S. in 8°. Verlag von Carl Heymann. Berlin 1918. Preis 2,80 M.

Merkbuch für das Elektro-Installationsgewerbe. Verhaltungsmaßregeln für jüngere Kräfte und besonders Lehrlinge. Von L. Saemann. 26 S. in 16°. Verlag: „Die Elektrizität." Berlin 1918. Preis geb. 1 M.

Wie baut man fürs halbe Geld. Lehmdrahtbauten gehört die Zukunft. Volkstümliche Bauweisen für Stadt und Land. Wohn- und Wirtschaftsgebäude einfach und billig, ev. selbst mit eigenem Baumaterial sofort bezugsfertig auszuführen. Von Dipl.-Ing. C. Adler. Mit 60 Abb. 57 S. in 16°. Heimkulturverlag G. m. b. H. Wiesbaden 1918. Preis 1,50 M.

Doktordissertationen.

M. Hähnle. Experimentelle Untersuchungen am pendelnden Gleichstromnebenschlußmotor mit Wendepolen. Technische Hochschule Stuttgart. 1918.

Sonderabdrucke.

Die Korrosion durch Erdströme elektrischer Bahnen. 1. Entstehung der korrodierenden Ströme und ihre Grundsätze. 2. Art und Größe der auftretenden Korrosionserscheinungen und ihrer Ursachen. 1. Bericht der gemeinsamen Kommission des Schweizerischen Gas- und Wasserfachmänner-Vereins, des Verbandes Schweizerischer Sekundärbahnen und des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins für die Frage der Korrosion. Bearbeitet vom Generalsekretariat des S. E. V. „Bulletin des S. E. V." 1918, Heft 7/8.

HANDELSTEIL.

Die elektrische Industrie Norwegens im Jahre 1917.

In „Norsk Tidsskrift for Haandverk og Industri" wird über die Entwicklung der elektrischen Industrie Norwegens u. a. folgendes mitgeteilt:

Die Zentralisierung der elektrischen Kraftstationen, an der z. Zt. zielbewußt gearbeitet wird, erforderte Maschinen und Material, welche die junge norwegische Industrie nicht herstellen konnte, und die man daher in den großen ausländischen Fabriken kaufen mußte. Der überwiegende Teil kam aus deutschen und schwedischen Werkstätten. Im Jahre vor dem Kriege wurden eine Reihe kleiner norwegischer Fabriken errichtet, deren Aufgabe es war, die hauptsächlichsten Artikel für die Verteilung und Anwendung von Elektrizität herzustellen. Die Fabriken, die nach dem Jahre 1914 angelegt wurden, waren auf Großbetrieb, Massenherstellung und Spezialisierung eingerichtet, konnten daher den Wettbewerb bestehen und hatten gute Erfolge. Anfang 1917 gab es eine Reihe kleinerer nationaler Industrien. Die Zufuhr von elektrischen Maschinen, Apparaten und Leitungsmaterial aus dem Auslande hatte fast aufgehört, und die heimischen Industrien erzielten für ihre Erzeugnisse äußerst günstige Preise. Auftauchende Schwierigkeiten riefen aber bald den Gedanken an einen Zusammenschluß hervor, und es entstand aus einer Gruppe kleinerer elektrischer Industrien als erstes Großunternehmen die „A. S. National Industri" mit einem rein norwegischen Kapital von 6 Mill. Kr. Die Gesellschaft beschäftigte bei dem Zusammenschluß im März 1917 etwa 250 Personen gegen 900 am Schlusse desselben Jahres. Ihre Betriebe sind für die Massenherstellung von kleinen Motoren, Transformatoren sowie elektrischen Apparaten für Hoch- und Niederspannung angelegt. Sie haben eine eigene Abteilung für Isolierung des Kupfermaterials und eine eigene Eisen- und Metallgießerei. Daneben kann, als Beweis für die Entwicklung der Gesellschaft, erwähnt werden, daß sie bereits im Herbst 1917 eine Abteilung für die Herstellung drahtloser Telegraphenapparate errichtete. Bezüglich der wirtschaftlichen Lage der gesamten elektrischen Industrie muß hervorgehoben werden, daß sie mit steigenden Materialschwierigkeiten zu kämpfen hat. Die meisten Unternehmungen waren allerdings imstande, den Betrieb ohne Einschränkung der Arbeiterzahl aufrecht zu erhalten, und einzelne konnten sogar ihre Herstellung erhöhen. Das amerikanische Ausfuhrverbot machte sich sofort in einer gewaltigen Steigerung der Preise von Material und Fertigwaren geltend. Als ein Beispiel für die erreichten Erfolge sei erwähnt, daß bereits i. J. 1917 in Norwegen mit norwegischem Kapital hergestellte elektrische Lampen auf den Markt kamen, und daß i. J. 1918 auch technisches Material auf den Markt gebracht werden konnte.

Für die elektrische Kraftversorgung stellt Kupfer das wichtigste Material dar. In Norwegen sind Erz und billige elektrische Kraft zum Raffinieren vorhanden, gleichwohl wurde jedoch das Raffinieren früher dem Auslande überlassen. Die Folge davon war ein großer Mangel an elektrischem Leitungsmaterial. Es war deshalb für die Industrie von großem Vorteil, daß das erste elektrolytische Kupferwerk, die A. S. Porsa Kobbergruber in Verbindung mit der A. S. National Industri Norwegen auf diesem Gebiete unabhängig machte. Auch die A. S. Cristiania Staalverk trägt dazu bei, die elektrische Industrie von den ausländischen Zufuhren unabhängig zu machen.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Land- und Seekabelwerke A. G., Köln-Nippes[1]). Nach dem Bericht über das 20. Geschäftsjahr 1917 betrug der Rohgewinn 1,716 Mill. M (1,225 i. V.) und der Reingewinn nebst Vortrag 0,759 Mill. M (wie i. V.). Hiervon sollen 12% Dividende auf 5,25 Mill. eingezahltes Aktienkapital verteilt werden (wie i. V.).

Crefelder Straßenbahn A. G., Crefeld[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 wurden 20,287 Mill. Fahrgäste (15,058 i. V.) befördert und 3,425 Mill. Rechnungswagenkm (3,460 i. V.) gefahren. Die Einnahmen betrugen 2,914 Mill. M (1,849 i. V.). Der Reingewinn ohne Vortrag 0,138 Mill. M (0,116 i. V.), wovon 5% Dividende (4 i. V.) auf 2,5 Mill. M gezahlt werden sollen.

Concordia Elektrizitäts A. G., Düsseldorf[1]). Nach dem Bericht über das 12. Geschäftsjahr 1917 betrug der Geschäftsgewinn 0,513 Mill. M (0,335 i. V.) und ergibt einen Überschuß einschl. Vortrag von 0,183 Mill. M (0,162 i. V.). Es sollen 12½% Dividende (7½ i. V.) auf 1 Mill. M gezahlt werden. Das Aktienkapital ist um 1 Mill. M erhöht worden.

Elektrizitätswerk und Straßenbahn Tilsit A. G., Tilsit[2]). Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917 betrug der Gewinn 0,309 Mill. M (0,286 i. V.) und der Reingewinn nebst Vortrag 0,104 Mill. M (0,103 i. V.). Es sollen 6% Dividende (wie i. V.) auf 1,5 Mill. M gezahlt werden. Beim Elektrizitätswerk sind 3736 Abnehmer (3187 i. V.) mit 3699 kW (3475 i. V.) Anschlußwert (ohne Bahn) vorhanden; die Stromabgabe betrug 1,161 Mill. kWh (1,317 i. V.). Die Straßenbahn beförderte 2,231 Mill. Fahrgäste (1,727 i. V.).

Elektrizitätswerk Homburg v. d. Höhe A. G. Nach dem Bericht über das 21. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 0,213 Mill. M (0,183 i. V.), der Reingewinn ohne Vortrag 38 505 M (36 691 i. V.). Es sollen 2,5% Dividende (wie i. V.) auf 1,250 Mill. M gezahlt werden.

A. G. für Gas-, Wasser- und Elektrizitätsanlagen, Berlin. Nach dem Bericht über das Jahr 1917 wurden an elektrischem Strom 5,332 Mill. kWh (4,649 i. V.) abgegeben. Der Bruttogewinn der Werke stellte sich auf 0,702 Mill. M (0,691 i. V.), der Reingewinn nebst Vortrag auf 0,300 Mill. M (0,241 i. V.). Es sollen 4½% Dividende (3½ i. V.) auf 6 Mill. M gezahlt werden.

Elektrizitätswerk Schlesien A. G., Breslau[3]). Nach dem Bericht über das 8. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen 3,241 Mill. M (2,221 i. V.) und der Reingewinn einschl. Vortrag 0,449 Mill. M (0,544 i. V.). Hiervon sollen 4% Dividende (5 i. V.) auf 10 Mill. M gezahlt werden.

Neckarwerke A. G., Eßlingen[4]). Nach dem Bericht über das 12. Geschäftsjahr 1917 betrug der Anschlußwert der Neckarwerke und der von diesen versorgten Enzgauwerke 57 188 kW (55 437 i. V.). Die nutzbare Abgabe stellte sich auf 33,423 kWh (26,394 i. V.). Erzeugt wurden durch Dampf 29,118 kWh, durch Wasserkraft 3,173 kWh, und von auswärts bezogen 13,704 kWh. Die Einnahmen betrugen 4,649 Mill. M (3,516 i. V.), der Reingewinn einschl. Vortrag 0,859 Mill. M (0,852 i. V.). Es werden 5½% Dividende auf 5 Mill. M Vorzugsaktien und 5% auf 10 Mill. M Stammaktien verteilt (wie i. V.).

Frankfurter Lokalbahn-A. G., Frankfurt a. M. Nach dem Bericht über das 30. Geschäftsjahr 1917 wurden 4,975 Mill. Personen (3,366 i. V.) befördert, 551 521 Motor- und 759 084 Anhängewagenkm (528 786 bzw. 715 140 i. V.) geleistet und 134 614 t Güter (123 216 i. V.) befördert. Die Stromabgabe betrug 4,127 Mill. kWh (3,354 i. V.). Aus einem Geschäftsgewinn von 0,610 Mill. M (0,554 i. V.) ergibt sich ein Reingewinn ohne Vortrag von 0,226 Mill. M (0,189 i. V.). Die Dividende beträgt 6% (5 i. V.) auf 3,5 Mill. M.

Dividenden. Elektricitätswerk Westfalen A. G., Bochum: 4% auf 6 Mill. M (wie i. V.).

Firmenverzeichnis.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Groß-Zarnow, Kr. Pyritz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Zweite Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Herzogswalde (Haftsumme 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Ludwigsdorf, Kr. Neurode.

Norwegen. In Kristiania ist mit einem Kapital von 0,9 Mill. Kr die „Norsk Marconi Kompani" gegründet worden. Die Gesellschaft soll Apparate für drahtlose Telegraphie, Telephonie usw. fabrizieren.

Schweiz. Die „Therma", Fabrik für elektrische Heizung A. G., vorm. S. Blumer, Schwanden, hat die Erhöhung des Aktienkapitals um 0,5 auf 1,5 Mill. Fr beschlossen.

[1]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 432.
[2]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1911, S. 628.
[3]) Bericht über 1912 vgl. „ETZ" 1913, S. 543.
[4]) Bericht über 1914 vgl. „ETZ" 1915, S. 491.

Abschluß des Heftes: 26. Oktober 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. C. Eehme in Berlin — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 7. November 1918. Heft 45.

Massenanfertigung von Kleinradiostationen bei der Telephonfabrik A.G. vorm. J. Berliner in Wien.

Von Dr. Eugen Nesper, Wien.

Übersicht. **Während vor dem 1. VIII. 1914 drahtlose Stationen nur im einzelnen angefertigt wurden, jedenfalls eine eigentliche Massenfabrikation unbekannt war, hat der Weltkrieg trotz der schnellen Entwicklung dieses Nachrichtenmittels bis in die neueste Zeit hinein infolge des enormen Frontbedarfes an drahtlosem Gerät eine vollkommene, mit allen Mitteln durchgebildete Massenfabrikation, wie sie ähnlich auch auf anderen Gebieten der Starkstrom- und Schwachstromtechnik üblich ist, geschaffen.**

Es wird nachgewiesen, in welcher Weise die Massenerzeugung von einzelnen Bestandteilen für Kleinradiostationen, welche nach dem tönenden Funkensystem gebaut sind, nach den Arbeitsvorgängen der Telephonfabrik A. G. vorm. J. Berliner in Wien durchgeführt wurde. Insbesondere werden die vier Werkstattprozesse des Stanzens, Biegens, Prägens, Lochens, ferner des Drehens und Fräsens sowie des Bohrens mittels Lehre und des Schablonenbiegens an Hand von Abbildungen besprochen.

Auf Grund der hierfür geschaffenen Präzisionseinrichtungen ist es möglich geworden, die sowohl für die Montage erforderlichen genau gearbeiteten Teile herzustellen, als auch Einzelapparate zu schaffen, welche in beliebiger Weise miteinander zu Stationen kombiniert werden können.

Während mit Ausnahme von einigen kommerziellen Typen der Marconi-Gesellschaft von Telefunken und einiger amerikanischer Firmen vor Ausbruch des Weltkrieges drahtlose Stationen gleicher Ausführung kaum in größerer Auflage geliefert worden sind und demgemäß auch keine Massenanfertigung derartiger Stationen stattfand, hat der große Bedarf an drahtlosem Gerät während des Krieges hier einen vollkommenen Wandel geschaffen. Wenn früher die Bestellung und Anfertigung von z. B. 80 fahrbaren oder tragbaren Stationen als wesentlicher Auftrag angesehen wurde, so ist eine derartige Zahl durch die Erfordernisse des Stellungskrieges an Feldtelegraphengerät vollkommen im Schatten gestellt. Hier werden für die Verbindung der Schützengräben untereinander und der Gräben mit den rückwärtigen Stellungen, insbesondere den Artilleriestellungen, nicht nur Hunderte von kleinen Radiostationen gebraucht, sondern es geht deren Zahl jetzt bereits in die Tausende. In fast noch erheblicherem Maße werden Stationen für den Flugzeugdienst benötigt, welche entweder in Form von drahtlosen Stationen oder von Erdtelegraphenstationen konstruiert wurden. Auch die Marine hat für den Vorposten-, Minenbootsund U-Bootsdienst eine außerordentlich große Zahl von Stationen gleicher Type gebraucht.

Die Entwicklung, Konstruktion und Fabrikation aller dieser Stationen muß meistens in kürzester Zeit bewerkstelligt werden, wobei außerdem die Forderung der Präzisionsarbeit zu stellen ist.

Alle diese Aufgaben konnten nur durch eine früher in der drahtlosen Nachrichtenübermittlungstechnik fast vollkommen unbekannten Massenfabrikation erledigt werden, wie sie beispielsweise bei der Drahttelephonie seit langem gang und gäbe ist.

Die vom k. u. k. Kriegsministerium bestellten und unter Mitwirkung von Offizieren der Telegraphentruppe von der Telephonfabrik A. G. vorm. J. Berliner in Wien, insbesondere von den Herren Weege und Floch entwickelten und erzeugten Radiokleinstationen für den Schützengrabendienst können für die vorerwähnten Anforderungen und Gesichtspunkte als direktes Beispiel dienen[1]).

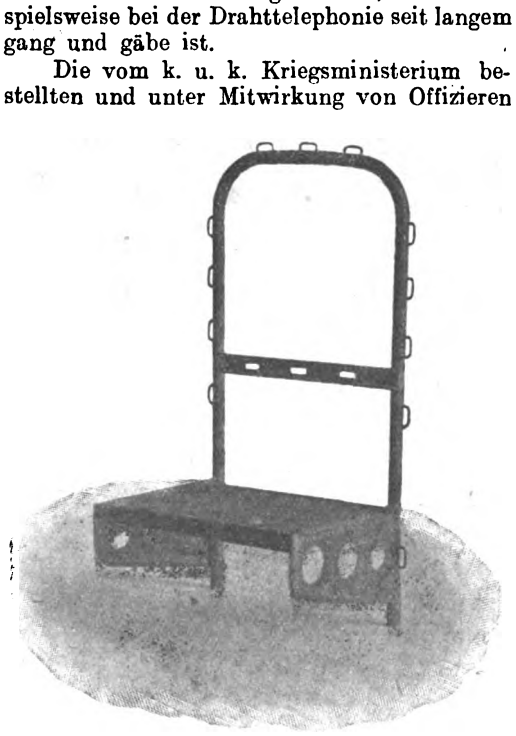


Abb. 1

Als weiterer Gesichtspunkt bei diesen Stationen war noch der zu berücksichtigen, daß die Stationen nicht nur vollkommen gleich auszuführen waren, sondern daß sie auch beliebig mechanisch und elektrisch untereinander und miteinander benutzt werden sollten. Dies stellte sowohl den Konstrukteur dieser Stationen als auch den Werkmeister, welcher die Massenfabrikationswerkzeuge zu liefern hat, vor neue große Aufgaben, da nicht nur elektrische Bedienung und ökonomische Gesichtspunkte weitgehendst berücksichtigt werden mußten, sondern auch die Verwendung von Spar- und Ersatzmaterialien z. T. minderwertiger Qualität herangezogen werden mußte und dennoch an Haltbarkeit, Aussehen und elektrische Funktionen mindestens dieselben Anforderungen gestellt wurden als z. Zt. der langfristigen Einzelanfertigung mit vollwertigem Material.

Diese Angaben sind im wesentlichen durch vier werkstattsmäßige Prozesse

A. des Stanzens mittels besonderer Schnitt- und Stanzeinrichtungen, meist zusammen auftretend mit Biegen, Prägen und Lochen mittels Biege-, Präge- und Locheinrichtungen,

B. des Drehens und Fräsens sowohl von Hand als auch automatisch,

C. des Bohrens mittels Lehren von Hand,

D. des Schablonenbiegens

gelöst.

A. Stanzen und Beispiele von gestanzten Teilen, Biegen, Prägen und Lochen.

Als erstes, bezeichnendes Beispiel sollen die mannigfachen Arbeitsvorgänge bis zur alleinigen Fertigstellung der beiden Seitenteile der

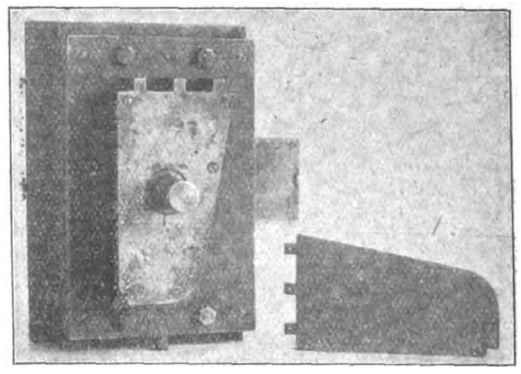


Abb. 2.

vollkommen aus Stahlrohr und Stahlblechen hergestellten Kraxen gemäß Abb. 1 betrachtet werden.

1. Arbeitsvorgang: Die aus Gewichtsgründen aus Blech hergestellten mit Löchern versehenen Seitenteile der Kraxe werden durch die aus Abb. 2 links ersichtliche Stanzvorrichtung aus Blechstreifen gestanzt, und man erhält alsdann ein ausgestanztes Blechstück entsprechend Abb. 2, rechts.

2. Arbeitsvorgang: Dieses sogen. Profilblech erhält in einer Prägevorrichtung (Abb. 3,

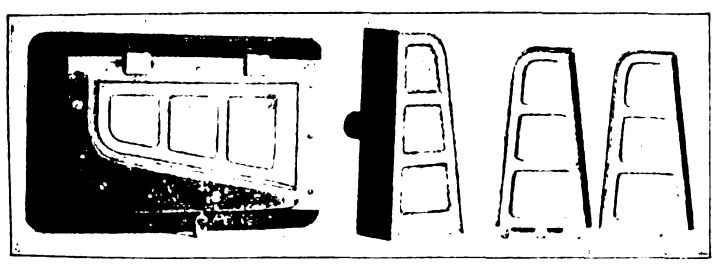


Abb. 3

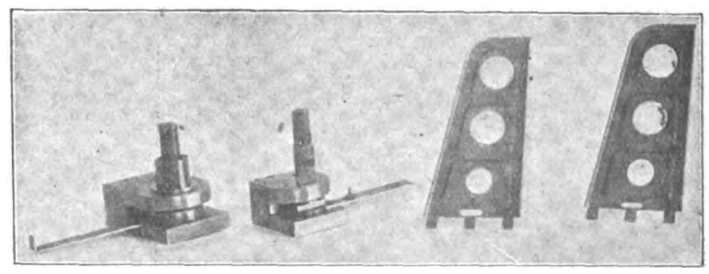


Abb. 4.

[1]) Die vorstehende Veröffentlichung wurde in freundlicher Weise vom k. u. k. Kriegsministerium sowie von Herrn Generaldirektor Hahn von der Telephonfabrik A.G. vorm. J. Berliner, Wien, genehmigt.

Digitized by Google

links, die Prägematrize und den Stempel, rechts zwei ausgestanzte und geprägte Bleche) die Wulsten zur Versteifung des an und für sich schwachen Bleches und gleichzeitig die erste Wulst für die Bördelung des Randes.

3. Arbeitsvorgang: Ein eigener Stempel besorgt die fertige Bördelung, d. h. das Einlegen des aufgebogenen Randes.

4. Arbeitsvorgang: Das so geprägte und gebördelte Blechstück muß nun einzeln die größere Lochstanze (Abb. 4) zweimal und im

5. Arbeitsvorgang die kleinere Lochstanze (Abb. 4) einmal passieren, worauf durch den

6. Arbeitsvorgang abermals durch eine Stanze das Schlitzloch für die durch den

7. Arbeitsvorgang eingezogene und gebördelte Riemenöse, welche selbst wieder einen durch drei Arbeitsvorgänge hergestellten kleinen Bestandteil bildet, ausgestanzt wird.

Die derartig fertiggestellten Seitenteile werden nun an das aus Rohr gebogene Gestell angesetzt und autogen festgeschweißt. Um also allein die Seitenteile herzustellen, sind zwei Stanz-, zwei Prägevorrichtungen und zwei Lochstanzen erforderlich.

Als weiteres Beispiel für Stanzungen, die für den Bau der Apparate erforderlich sind, diene zuerst die Beschreibung des Arbeitsvorganges zur Herstellung der Kernbleche des

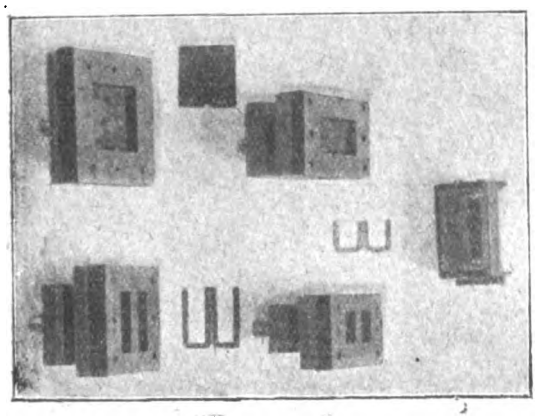


Abb. 5.

Transformators. Links oben in Abb. 5 ist die Blechstanze, daneben das ausgestanzte Profilblechstück, welches zunächst noch eine volle

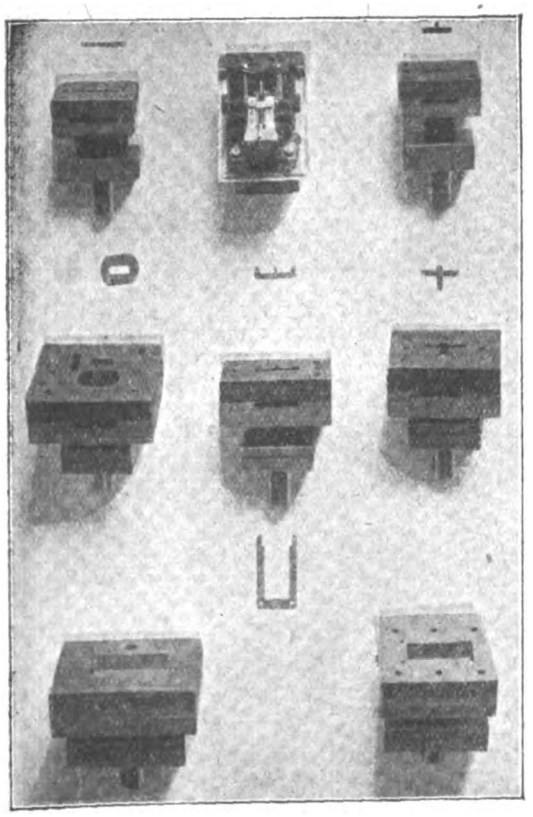


Abb. 6.

Form zeigt. Um die Schenkel zu erhalten, werden die Mittelteile des Bleches mit der darunter befindlichen Stanze gesondert ausgestanzt; man erhält so die Bleche mit den längeren Schenkelenden. In gleicher Weise werden die Bleche mit den kürzeren Schenkelenden gemäß Abb. 5, rechts, hergestellt. Weitere Beispiele für Apparatstanzteile zeigt Abb. 6, welche Stanzen und ausgestanzte Blechteile für Pendelumformer und Abb. 7, welche Stanzen und ausgestanzte Bügel und Federn für Messerkontakte darstellt.

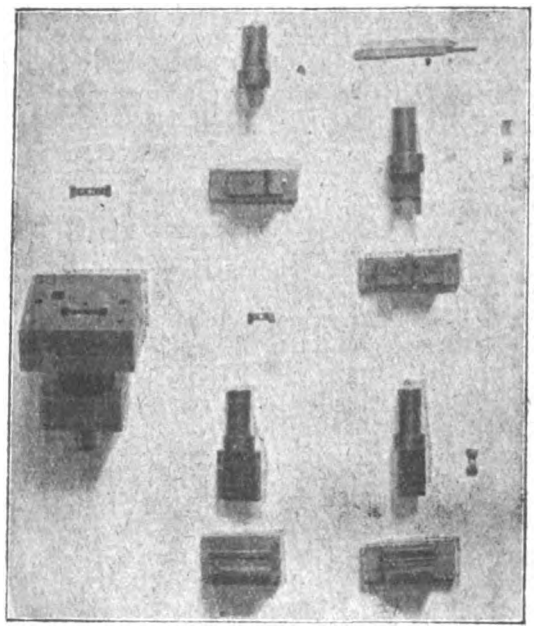


Abb. 7.

Außer den vorstehend erwähnten Schulbeispielen für Stanzen, Biegen, Prägen und Lochen kommen bei den Radiokleinstationen noch eine Menge ähnlicher Arbeitsvorgänge in Betracht, wie beispielsweise für Schalterfedern Überbrückungsfeder von Schaltern, für Winkelfedern mit einfachen und verschiedenen Kontaktflächen usw. Weiterhin werden aber wesentliche Teile, z. B. Kondensatorblechfoline für Glimmerkondensatoren sowie die feststehenden und beweglichen Platten von Drehplattenkondensatoren aus dem vollen herausgestanzt.

B. Fräsen und Drehen sowie Beispiele von gedrehten und gefrästen Teilen.

Bei den Kleinstationen werden eine große Anzahl von Stöpselkörpern, Schrauben, Verbindungsstücken usw. mannigfaltigster Dimensionen und Ausführungsarten verwendet. Diese Teile, insbesondere Schrauben, treten bei der Herstellung einer großen Anzahl gleichartiger Apparate naturgemäß in so großen Mengen auf daß die Herstellung derselben nur auf Automaten, d. h. auf Maschinen, die den Teil vollkommen fertig liefern, wirtschaftlich erscheint. Während von Hand aus in erster Linie die Herstellung von beispielsweise nur 10 000 einfachen Bolzen eine unendlich lange Zeit in Anspruch nehmen würde, wäre auch die Verwendbarkeit aller so hergestellten Teile durch die Ungenauigkeit, die selbst bei genauester Arbeit, wo es sich um Dimensionen im Bruchteil eines Millimeters handelt, nicht zu vermeiden ist, sehr in Frage gestellt. Der Automat aber liefert, wenn er von fachkundiger Hand eingestellt ist, so lange unbedingt gleiche Teile, als die automatisch arbeitenden Werkzeuge, wie Drehmesser, Bohrer, Gewindeschneider usw. in Ordnung, d. h. scharf und noch nicht abgenutzt sind. Abb. 8 soll das Bild des Fabrikationsvorganges bei Herstellung eines Steckerbolzens wiedergeben. Der in den Automaten eingeführte 3 bis 4 m lange Rundmessingstab schiebt sich automatisch bis zu dem der Arbeitsfläche des ersten Arbeitsvorganges entsprechenden Anschlag heran, nachdem die Stirnfläche des Messingstabes durch das Abstichmesser des letzten Arbeitsvorganges des vorbeigehenden Stückes nach der erforderlichen Form glatt, bombiert oder halbkugelig gedreht wurde.

Hierauf tritt nunmehr der Drehstahl in Tätigkeit und stellt den links vom Bund befindlichen Schaft her. Darauf tritt der oberhalb des Arbeitsstückes sichtbare Bohrer in Tätigkeit, bohrt das Loch zur Einführung des Anschlußdrahtes, das Stück rückt sodann automatisch um die Bundbreite weiter bis zum Anschlag, welcher die ganze Länge des Bolzens fixiert, hierauf stellt ein anderer Drehstahl den stärkeren Schaft aus der Abbildung rechts vom Bund ersichtlich her, und schließlich sticht das Abstichmesser den Bolzen ab und gibt der Stirnfläche des nächsten Bolzens, wie vorher erwähnt, die erforderliche Fläche und Kuppe. Abb. 9 gibt das Ausfräsen der spiralförmig gewundenen Nut eines Kopplungsvariometers wieder. Der Arbeitsvorgang hierbei, ein mit einer bestimmten Steigung plan geschnittenen stumpfes Gewinde muß bei allen gleichartigen Teilen des Apparates genau der gleiche sein, das Fräsen der Nut daher mittels maschineller Einrichtung erfolgen, um ohne weitere elektrische Messungen die von den Drahtspiralen an

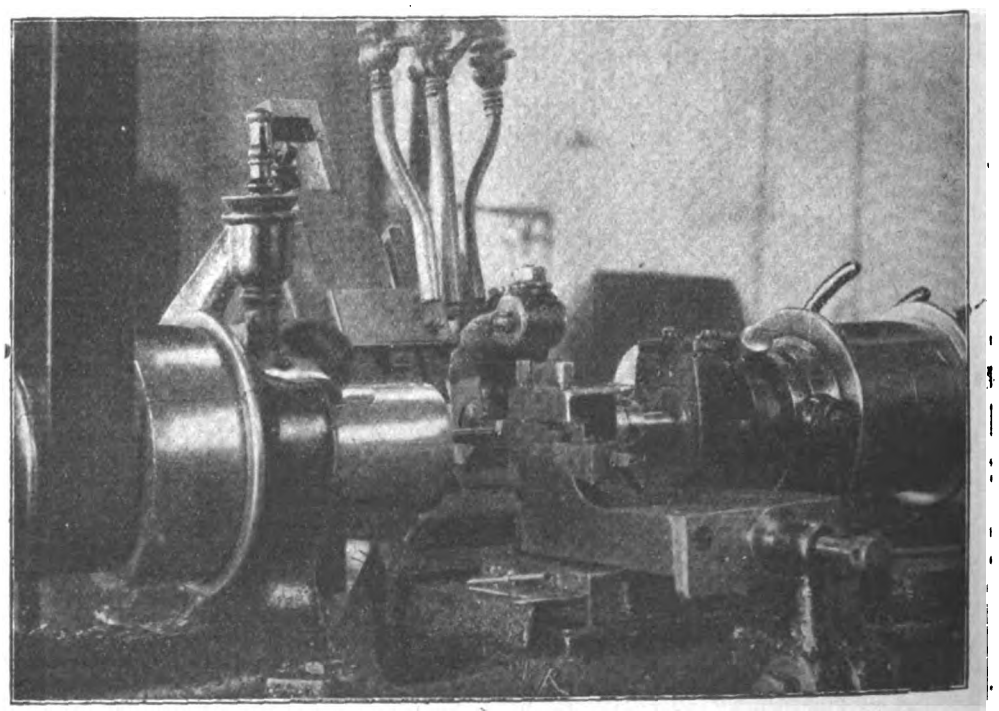


Abb. 8.

verschiedenen Stellen abgehenden Leitungsabzweigungen an allen gleichartigen Apparaten gleichartig zu erhalten, was für die Auswechsel-

Digitized by Google

barkeit eines eventuell schadhaft gewordenen Teiles Bedingung ist, da das richtige elektrische Verhältnis des Einzelapparates das elektrische Verhältnis der ganzen Apparatur bedingt.

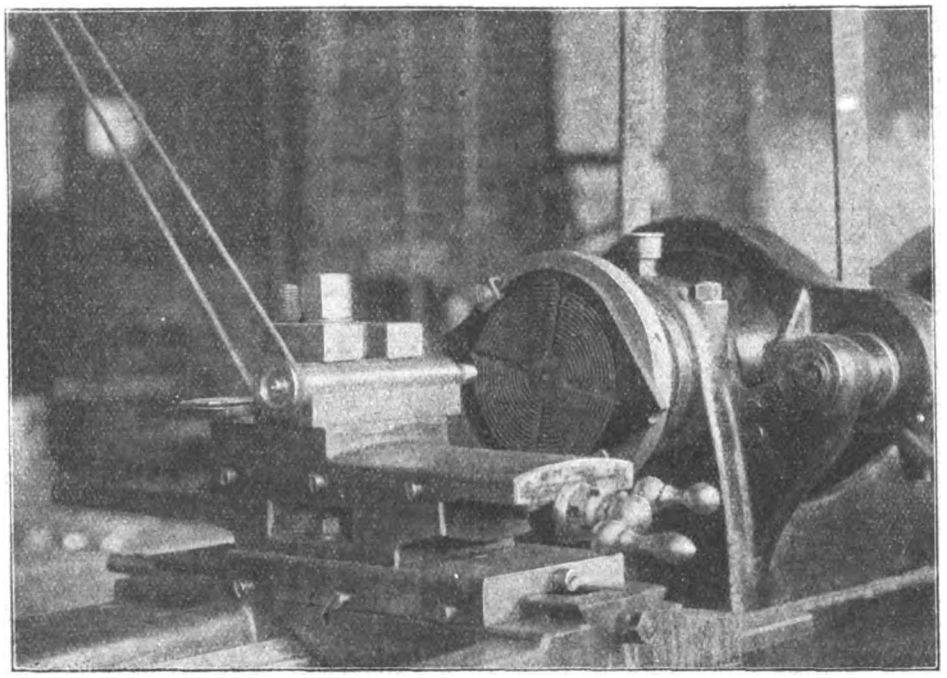


Abb. 9.

C. Schablonenbohren und Muster nach Schablonen gebohrter Platten.

Diese Teile sind für die Massenfabrikation von Radiostationen gleichfalls von größter Bedeutung, da nur so eine vollkommene Gleichmäßigkeit aller zu- und ineinander passender Teile wie Schalter, Stecker, Leitungen sowie die Anordnung, welche eine identische Belastung der verschiedenen Apparate ergibt, möglich ist.

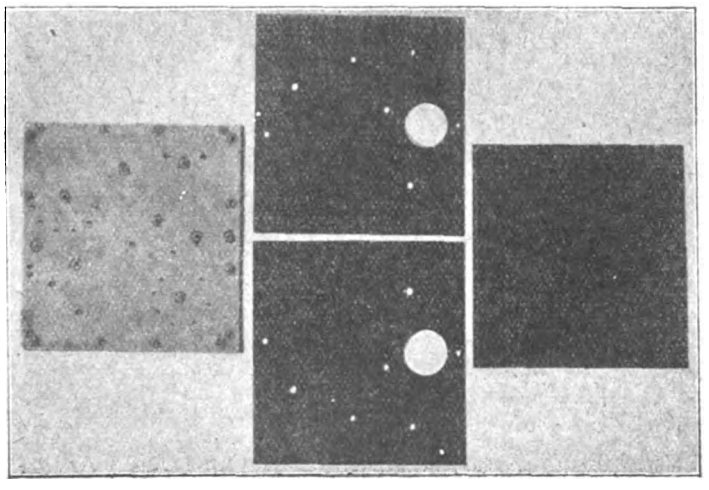


Abb. 10.

Die oberste Platte eines Senders, welche graviert wird, wird in der Weise gemäß Abb. 10 hergestellt. In die als Lehre dienende Eisenplatte werden diejenigen Löcher eingebohrt und mit kleinen Stahltüllen versehen, wo späterhin die Bohrungen und dementsprechende Durchführungen in der Platte vorgesehen sind. Diese Bohrungen werden nach der Bohrschablone durchwegs mit Bohrern kleinen Durchmessers gebohrt und nachträglich auf der Handbohrmaschine mit dem entsprechenden Bohrer in der richtigen Stärke aufgebohrt. Abb. 10 gibt in der Mitte oben die obere Seite der gebohrten Platte, in der Mitte unten die untere Seite wieder.

Für die Mittelplatte, auf welcher die Apparate befestigt sind, sind naturgemäß neue Bohrlehren erforderlich, mittels welcher die kleinen und größeren glatten Löcher, Gewindelöcher, Versenkungen usw. hergestellt werden. Auch die Seitenwände des Sendekastens und Pendelumformkastens verlangen infolge der aufs Äußerste getriebenen Raum- und Gewichtsausnutzung besondere und wohl durchkonstruierte Bohrlehren. Einige derselben sind in Abb. 11 dargestellt. Neben den Bohrlehren ist jedesmal auch die Platte abgebildet, welche mit der betreffenden Lehre gebohrt wurde.

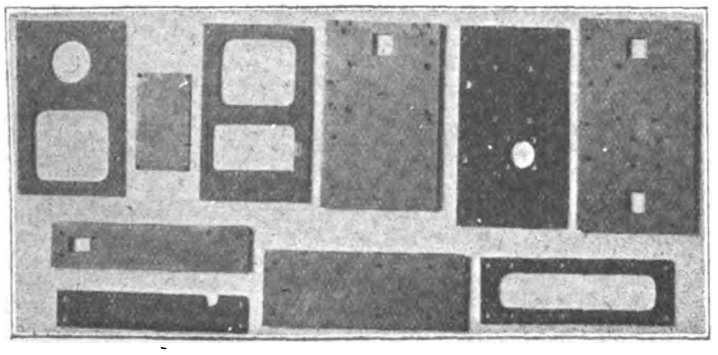


Abb. 11.

Der Arbeitsvorgang ist bei allen Arbeiten mit Schablone der gleiche, und nur die Art des Bohrens richtet sich nach dem Material des Arbeitsstückes. Während Metalle ohne ganz besondere Vorsicht ebenso wie Isolationsmaterialien gebohrt werden können, muß Holz wie in diesem Fall mit Vorsicht wegen des Ausspringens oder Loslösens der einzelnen verleimten Platten, gewissenhaft behandelt werden.

D. Ausführungsbeispiele für das Schablonenbiegen

sind in den Abb. 12. 13, 14 wiedergegeben.

Die zahlreichen Leitungsverbindungen im Innern des Senders, Pendelumformers, Gebers

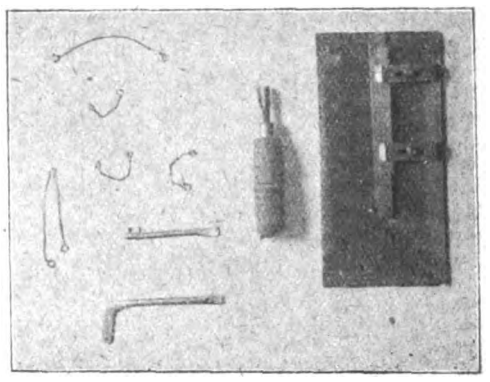


Abb. 12.

der Schalttafel usw. müssen vollkommen genau hergestellt werden, da sonst ein Sprühen oder direktes Überschlagen der einmal als günstig festgestellten Leitungsverbindung eintritt und außerdem keine wirtschaftliche Fabrikation möglich wäre. Diese Teile müssen auch einander genau gleich sein, da sonst die Auswechselbarkeit nicht oder nur in geringem Maße zu erzielen sein würde. Abb. 12 und 13 zeigen die Biegevorrichtung und das Biegewerkzeug sowie verschiedene mittels dieser Einrichtung gebogene Zwischenleitungen.

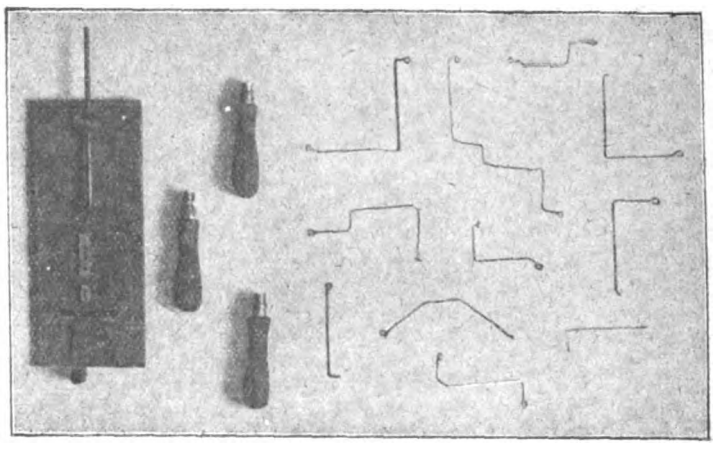


Abb. 13.

Die minderwertigen Überzüge, bestehend aus Papiergeweben der Außenkoffer drahtloser Kleinstationen, haben es mit sich gebracht, daß die Koffer außen noch mit einem besonderen Beschlag versehen werden müssen, um sich an den Kanten und Ecken nicht durchzureiben. Diese Beschläge werden als dünne Eisenwinkelbleche ausgeführt.

Aus den Eisenwinkeln, welche von den gängigen Fabrikationslängen abgeschnitten werden, werden zunächst mittels des aus Abb. 14 unten ersichtlichen Stanzwerkzeuges die Gehrungen ausgestanzt, darauf werden die Winkel mit der rechts ersichtlichen Biegevorrichtung von Hand aus gebogen und dem Außenkoffer angepaßt, wie dies Abb. 14 oben zeigt.

Nur durch das Zusammenwirken aller werkstattmäßigen Verrichtungen, von denen einige der wichtigsten vorstehend gekennzeichnet worden sind, war es möglich, die erforder-

Digitized by Google

lichen Fabrikationsarbeiten nach endgültiger Konstruktionsfestlegung fristgerecht und so zu erledigen, daß ein Zusammenpassen der ein-

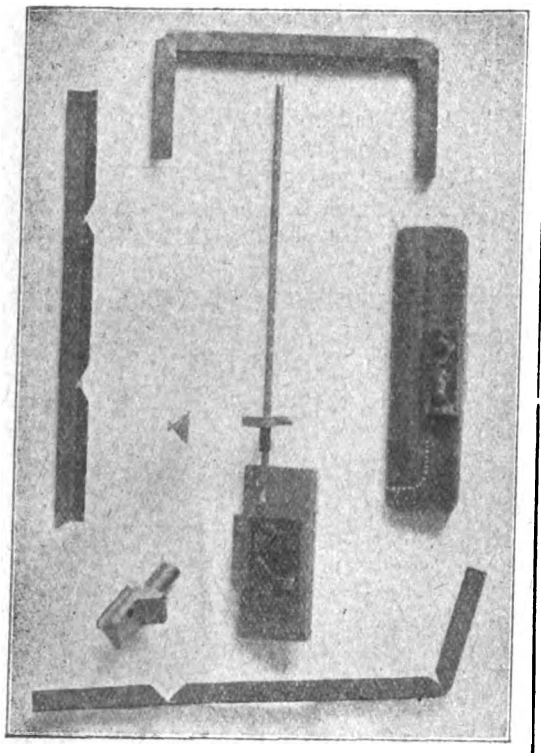


Abb. 14.

zelnen Teile bei der Montage ohne besondere Nacharbeit von Mechanikern möglich war.

Somit ist die Aufgabe der drahtlosen Massenfabrikation an sich als gelöst zu betrachten.

Über die Berechnung des Kurzschlußstromes in Leitungsnetzen.

Von **Georg Gormann**, Charlottenburg.

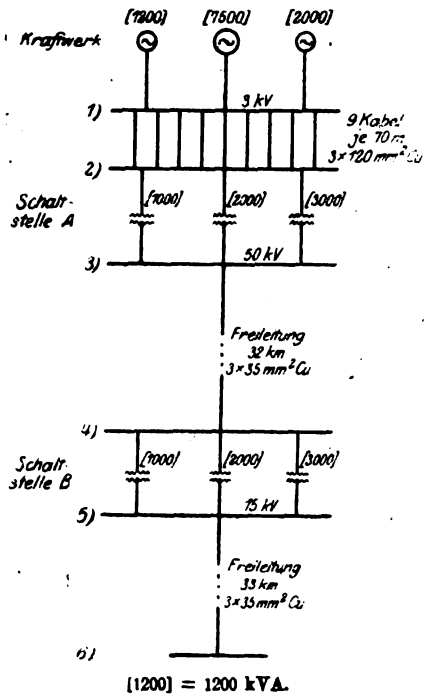
Übersicht. **Für die Berechnung des Kurzschlußstromes sind in den „Richtlinien" Formeln angegeben, die in vielen Fällen zu hohe Werte ergeben. Es werden neue Formeln entwickelt, die den Einfluß jedes Netzteiles auf den Kurzschlußstrom klar erkennen lassen. Ein ausgeführtes Netz wird nachgerechnet.**

Nach den „Richtlinien" des V. D. E. ist die Ölschalterserie und die Mindest-Nennstromstärke der Auslöser zu bestimmen nach der am Verwendungsort herrschenden Dauer-Kurzschlußstromstärke. Errechnet man diese zu hoch, so muß unter Umständen die nächst höhere Serie für die Apparate gewählt werden, was beträchtliche Mehrkosten bedingt. Die richtige Berechnung des Kurzschlußstromes hat also auch eine große geldliche Bedeutung. Zur Berechnung der Dauer-Kurzschlußstromstärke sind in der letzten Anmerkung zum § 5 der Richtlinien Formeln angegeben. Diese reichen jedoch nur für einfache Fälle aus und sind außerdem unpraktisch, da sie auf dem prozentualen Spannungsabfall bei einer bestimmten Last beruhen. Der Spannungsabfall selbst ist proportional der Last, für die er berechnet wird und abhängig von den Netzkonstanten, so daß es viel zweckmäßiger ist, die Formeln von vornherein auf den Netzkonstanten aufzubauen, als auf Größen, die durch mehr oder minder langwierige Rechnungen aus den Netzkonstanten gewonnen sind. Letztere Methode führt nur zu einer Verschleierung der zugrunde liegenden Gesichtspunkte.

Versucht man mit Hilfe der Formeln in den Richtlinien Netze nachzurechnen, und enthalten diese Netze verschiedene Spannungen durch eingefügte Transformatoren, so wird man in den meisten Fällen hinter diesen Transformatoren Stromstärken errechnen, die über den Kurzschlußstrom der Zentrale hinausgehen. Die Richtlinien helfen sich dann durch Absatz g der Anmerkung, nach welchem der Kurzschlußstrom der Zentrale zu nehmen ist, falls die Formeln größere Werte ergeben.

Richtig betrachtet muß jeder eingeschaltete Widerstand — und einen solchen stellen nicht nur die Leitungen, sondern auch die Transformatoren dar — eine Verringerung des Zentralen-Kurzschlußstromes ergeben.

Für einen Teil eines schon vorhandenen Netzes, das schematisch in Abb. 1 dargestellt



[1200] = 1200 kVA.

Abb. 1. Vereinfachtes Netzschaltbild.

ist, ist die Berechnung des Kurzschlußstromes mit den Formeln der Richtlinien durchgeführt, u. zw. für eine Maschinenleistung von 10700 bzw. 7500 kVA und eine Transformatorenleistung von 6000 oder 4000 kVA in den Schaltstellen *A* und *B*. Für die Maschinen ist der dreifache, für die Transformatoren der 30-fache Vollaststrom als Kurzschlußstrom angenommen worden. Die Ergebnisse gehen aus der Zahlentafel 1 hervor. Die Spalte „Spannungsabfall %" gibt den gesamten Spannungsabfall bis zu der betreffenden Stelle. Der hiermit errechnete Kurzschlußstrom ist in die Spalte „errechneter Kurzschlußstrom" eingetragen, während der „mögliche Kurzschlußstrom" der Kurzschlußstrom des Kraftwerkes — umgerechnet auf die verschiedenen Spannungen — ist. In der mit „%" bezeichneten Spalte ist angegeben, wieviel Prozent des Maschinen-Kurzschlußstromes an der betreffenden Stelle auftreten, wenn dort ein Kurzschluß vorhanden ist.

Die Formeln der Richtlinien sind hiernach für die Stellen 2 bis 5 unbrauchbar; nur an Stelle 6 ergeben sie eine Verringerung des Kurzschlußstromes.

Den Ausgangspunkt der weiter unten entwickelten Formeln für die Berechnung des Kurzschlußstromes J_k bildet das Ohmsche Gesetz in seiner einfachsten Form $J_k = \frac{E}{R}$, wobei E die Spannung an der betreffenden Stelle und R den Widerstand vom Stromerzeuger bis zu der Stelle bedeutet. Als Widerstand erscheint ein Scheinwiderstand, der sich zusammensetzt aus dem Ohmschen Widerstand, dem Einfluß der Selbstinduktion und gewissen Vereinfachungen; dieser Scheinwiderstand ist also nicht gleichbedeutend dem scheinbaren Widerstand aus dem erweiterten Ohmschen Gesetz. Es ist ferner angenommen, was auch die Richtlinien getan haben, daß während des Kurzschlusses von der Fehlerstelle bis zu den Stromerzeugern dieselbe Phasenverschiebung herrscht, so daß man die einzelnen Widerstände arithmetisch zusammenzählen kann. Schließlich ist noch angenommen, daß an der Kurzschlußstelle die Spannung Null herrscht; ist dies nicht der Fall — wenn beispielsweise der Kurzschluß durch einen Lichtbogen gebildet wird — so ist der tatsächliche Kurzschlußstrom kleiner als der errechnete; dies ist aber ohne Bedeutung, denn die Berechnung soll den ungünstigsten Fall berücksichtigen.

Auch die neuen Formeln geben naturgemäß nur eine Annäherung an die tatsächlichen Werte, jedoch ist diese bedeutend größer als bisher. Sehr erwünscht wäre die Nachprüfung der Formeln durch den Kurzschlußversuch in einem größeren Netz.

Stromerzeuger. Da bei der Spannung E die Maschinen den Strom J_k erzeugen, so ist

$$R = \frac{E}{J_k} \quad \ldots \ldots \quad (1$$

Ist J_k nicht bekannt, so ist nach den Richtlinien zu nehmen $J_k = 3\,J_v$, wo J_v den Vollaststrom bedeutet. Die meisten Kraftwerke arbeiten mit Schnellreglern, die beim Kurzschluß die Maschinenerregung so hoch wie möglich treiben, so daß die angegebene Beziehung als Mittelwert sehr berechtigt ist. Turbogeneratoren geben im allgemeinen etwas kleinere (2,5 bis 3), langsamlaufende Maschinen etwas größere Werte (3 bis 3,5).

Leitungen (Freileitung und Kabel). Bezeichnet l die Länge der einfachen Strecke in Metern, q ihren Querschnitt in Quadratmillimetern und ist 57 die spezifische Leitfähigkeit des Kupfers, so ist der Kurzschlußstrom

Zahlentafel 1.

Maschinenleistung kVA		10700								7500							
Transformatorenleistung kVA		6000				4000				6000				4000			
Stelle	kV	Spannungsabfall %	Kurzschlußstrom errechnet	Kurzschlußstrom mögl.	%	Spannungsabfall %	Kurzschlußstrom errechnet	Kurzschlußstrom mögl.	%	Spannungsabfall %	Kurzschlußstrom errechnet	Kurzschlußstrom mögl.	%	Spannungsabfall %	Kurzschlußstrom errechnet	Kurzschlußstrom mögl.	%
1	3	—	—	6180	100	—	—	6180	100	—	—	4335	100	—	—	4335	100
2	3	0,076	1 520 000	6180	100	0,0506	1 520 000	6180	100	0,076	1 520 000	4335	100	0,0506	1 520 000	4335	100
3	50	3,41	2 040	371	100	3,38	1 370	371	100	3,41	2 040	260	100	3,38	1 370	260	100
4	50	7,27	956	371	100	5,95	779	371	100	7,27	956	260	100	5,95	779	260	100
5	15	10,6	2 180	1236	100	9,28	1 662	1236	100	10,6	2 180	867	100	9,28	1 662	867	100
6	15	54,6	423	1236	34,2	38,6	400	1236	32,4	54,6	423	867	48,8	38,6	400	867	46,1

Digitized by Google

bei 2-phasigem Kurzschluß $\frac{E}{2R} = \frac{28{,}5\,E\,.\,q}{l}$

und

bei 3-phasigem Kurzschluß $\frac{E}{\sqrt{3}\,.\,R} = \frac{32{,}9\,E\,.\,q}{l}$

Der tatsächliche Widerstand wird nun etwas größer als oben angenommen durch den Einfluß der Selbstinduktion, Verdrillen der einzelnen Drähte bei Kabeln usw. Als Annäherungswert kann daher mit $J = \frac{30\,E\,.\,q}{l}$ oder

$$R = \frac{l}{30\,.\,q} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

für Kupfer gerechnet werden. Für Aluminium, Zink und Eisen ist die Zahl 30 zu ersetzen durch 15 bzw. 8 und 4.

Transformatoren. Bezeichnet E_k die Kurzschlußspannung des Transformators in %, J_v seinen Vollaststrom, so ist $J_k = J_v\,.\,\frac{100}{E_k}$.

Falls E_k nicht bekannt ist, wird nach den Richtlinien mit $E_k = 3{,}33\,\%$ oder $J_k = 30\,.\,J_v$ gerechnet. Der Scheinwiderstand des Transformators ist also

$$R_1 = \frac{E_1}{J_{k1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3a$$

oder

$$R_2 = \frac{E_2}{J_{k2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3b$$

wobei Index 1 sich auf die primäre Seite (Seite der Energiezuführung), Index 2 auf die sekundäre Seite bezieht. Es ist ferner

$$R_2 = R_1\,.\,\left(\frac{E_2}{E_1}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

Bei jeder durch einen Transformator hervorgerufenen Spannungsänderung von E_1 auf E_2 ist also entweder der gesamte bis zum Transformator vorhandene Widerstand nach (4) auf die neue Spannung umzurechnen und der Widerstand des Transformators nach (3b) hinzuzuzählen, oder aber der gesamte bis zum Transformator vorhandene Widerstand wird um den Widerstand des Transformators nach (3a) vergrößert und dann nach (4) umgerechnet.

Zahlentafel 2

Maschinenleistung kVA		10 700						7500					
Transformatorenleistung kVA		6000			4000			6000			4000		
Stelle	kV	R	J_k	%	R	J_k	%	R	J_k	%	R	J_k	%
1	3	0,486	6180	100	0,486	6180	100	0,693	4335	100	0,693	4335	100
2	3	0,488	6150	99,5	0,488	6150	99,5	0,695	4320	99,7	0,695	4320	99,7
3	50	160	312	84,2	172	290	78,2	217	230	88,5	229	218	83,9
4	50	188	266	71,7	200	250	67,4	245	204	78,5	257	195	75
5	15	19,1	789	63,9	21,3	706	57,2	24,2	621	71,6	26,4	570	65,8
6	15	47,7	315	25,5	49,9	301	24,4	52,8	285	32,9	55	274	31,7

Zahlentafel 2 zeigt die Ergebnisse der Berechnung mit den eben entwickelten Formeln. Die mit „R" bezeichnete Spalte zeigt den gesamten Widerstand bis zu der betreffenden Stelle; J_k bedeutet den damit errechneten Kurzschlußstrom. Die Spalte % entspricht der gleichbezeichneten Spalte in Zahlentafel 1. Je weiter sich die Kurzschlußstelle vom Kraftwerk entfernt, desto kleiner wird der Kurzschlußstrom; der Einfluß der veränderten Leistung des Kraftwerkes und der Transformatoren ist deutlich sichtbar.

Neuerungen an Kontakten und Kontaktmaterial.

Von Dipl.-Ing. H. v. Fleischbein,
Ludwigshafen a. Rh.

Übersicht. **Die Fehlerquellen bei empfindlichen Kontakten und Mittel zu ihrer Beseitigung werden besprochen und weiter neue Versuche mit neuartigen Wolframkontakten beschrieben, die eine erhebliche Verbesserung bedeuten und als vollwertiger Platinersatz angesehen werden müssen.**

Die gute Kontaktgabe bei Pendel- und Relaiskontakten ist eine Frage von außerordentlicher Wichtigkeit, besonders bei Prüf- und Steuerorganen, wo die Stromstärke und Spannung verhältnismäßig gering sind und anderseits das sichere Arbeiten des Kontaktes unbedingt erforderlich ist. Als das beste Kontaktmaterial wird durchwegs Platin verwendet, da dieses Metall unter chemischer und elektrischer Einwirkung niemals oxydiert und außerdem eine ziemliche Härte und einen sehr hohen Schmelzpunkt besitzt. Trotz Verwendung der Platinkontakte kommen Kontaktversager immerhin noch verhältnismäßig häufig vor. Die hauptsächlichsten Ursachen derselben sind folgende:

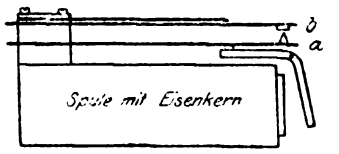
1. Verschmutzen und Verstauben des Kontaktes,
2. Verbrennen des Kontaktes,
3. Festkleben des Kontaktes.

Dem Verschmutzen kann man durch peinliche Sauberkeit im Betrieb entgegenarbeiten, dann auch durch richtige Wahl der Kontaktform; der untere Kontakt ist als Spitze auszubilden (siehe Abb. 1), damit auf demselben schlecht Staubablagerung stattfinden kann.

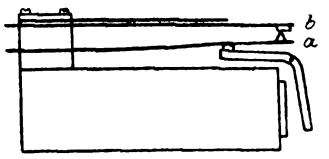
Das Verbrennen und Festkleben des Kontaktes wird am sichersten verhindert durch die Beseitigung der beim Öffnen und Schließen des Kontaktes entstehenden Funken. Durch geschickte Wahl von Widerstand und Kapazität, die der Funkenstrecke parallel geschaltet werden, kann man die Funkenbildung vollständig unterdrücken, wenn der Kontakt immer unter denselben Verhältnissen arbeitet, d. h., wenn Strom, Spannung und Unterbrechungszahl (bei pendelnden Kontakten) stets gleich bleiben. Ist das nicht der Fall, so kann man den Funken nur bei einer mittleren Belastung vollständig löschen. Je nach den Verhältnissen wird in solchen Fällen der Kontakt mit der Zeit verbrennen, er muß deshalb von Zeit zu Zeit daraufhin kontrolliert werden. Viel unangenehmer wie dieses ist das Zusammenkleben und Festbrennen des Kontaktes. Das entsteht auf folgende Weise: Durch Einwirkung des Öffnungsfunkens wird auf einem der beiden Kontakte eine feine Spitze gebildet, beim nächsten Schließen des Kontaktes tritt durch den Stromübergang durch diese Spitze infolge des geringen Querschnittes, eine lokale Erwärmung von solcher Höhe ein, daß die Kontakte an den Berührungsstellen zusammenschweißen, und nach Beendigung der Kontaktdauer kleben die beiden Kontaktfedern fest zusammen. Ein Mittel zur sicheren Verhütung von diesem Zusammenschweißen gibt es bisher nicht, bedeutend herabgesetzt kann die Zahl der Versager durch Anwendung von reibenden Kontakten werden. Auch den Staubversagern wird durch diese Weise mit bestem Erfolg entgegengearbeitet. Aus der Zahl der bekannten derartigen Einrichtungen mögen einige charakteristische kurz erläutert werden.

In Abb. 1 ist eine Kontaktspule mit Federn wiedergegeben, wie sie bei vielen Fernsprechämtern und Automaten zu treffen sind.

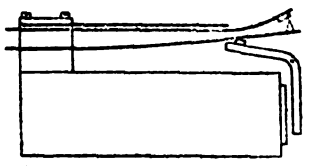
In der Stellung *A* ist der Kontakt in Ruhe Auf der Feder *b* ist eine Verstärkungsfeder aufgebracht, die etwas über die Mitte der *b*-Feder reicht. Bei einem Druck auf den Kontakt der *b*-Feder wird sich dieser in erster Linie um den Endpunkt der Verstärkungsfeder drehen; der



A. Relais in Ruhe.



B. Kontakte berühren sich.



C. Relais eingezogen.

Abb. 1.

Drehpunkt der unteren Feder liegt an der Einklemmstelle der Feder. Beide Kontakte haben verschiedene Wege; die aufeinander gepreßten Kontakte *a* und *b* müssen daher aufeinander gleiten.

In Stellung *B* ist der Anker im Anziehen und Feder *a* gibt mit Feder *b* Kontaktschluß. In Stellung *C* ist der Anker vollständig angezogen. Zu beachten ist das Wandern des Berührungspunktes der unteren Kontaktspitze auf der oberen Kontaktplatte. Das Wesentliche ist bei allen Konstruktionen, daß der Berührungspunkt wandert; auf diese Weise werden sich bildende kleine Kontaktspitzen abgeschliffen, und auch Staubkörnchen, die ein gutes Dielektrikum bilden, werden durch die Reibung beseitigt. Trotzdem dieser Reibungsweg relativ klein ist, ist er von ausgezeichneter Wirkung.

Abb. 2 zeigt eine andere Art eines Reibungskontaktes an einem Pendel.

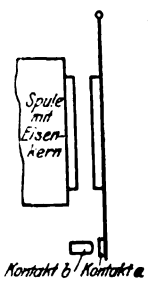


Abb. 2.

Trotz aller dieser und ähnlicher Mittel will es nie gelingen, die Kontaktversager vollständig zu beseitigen. Es gibt seit langem unzählige Versuche, einmal den Kontakt zu verbessern und dann auch, das immer teurer werdende Platin durch ein ebenso gutes anderes Material zu ersetzen. Dieser letzte Punkt ist besonders heute wichtig, wo wir uns nach Ersatz umsehen müssen.[1])

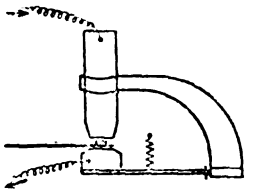


Abb. 3.

Nach vielen Fehlschlägen in dieser Richtung stellte ich auch Versuche mit Wolframkontakten an, die das Ergebnis hatten, daß Wolfram nicht nur einen vollständigen Ersatz für Platinkontakte bildet, sondern gegenüber dem Platin eine Reihe nennenswerter Vorzüge besitzt, so daß die Einführung dieses Ersatzmaterials warm empfohlen werden kann.

Das Wolfram ist ein äußerst spröder Körper, der sich nur in der Glühhitze schmieden

[1]) Vgl. hierzu auch „ETZ" 1918. S. 430.

Digitized by Google

und bearbeiten läßt. Bei gewöhnlicher Temperatur wird er von keinen Säuren oder Dämpfen angegriffen.

Die Versuche wurden unternommen, da mit Kontakten nach Abb. 2 ein Zusammenkleben der Platinkontakte nie ganz zu vermeiden war und es sich um Kontakte handelte, die äußerst zuverlässig den ganzen Tag arbeiten müssen.

Die Stromstärke, die durch die Kontakte geht, änderte sich von 0,5 bis 10 A; für 1 s müssen bis zu 20 Kontaktschlüsse hergestellt werden. Durch Kondensator und Widerstand parallel der Funkenstrecke war der Funken nach Möglichkeit gelöscht, wegen der veränderlichen Stromstärke kann jedoch ein funkenfreier Gang nicht erzielt werden.

Erhebliche Schwierigkeiten bot anfangs das spröde Wolframmaterial, das sich nicht bearbeiten läßt. Zuerst wurden Kontaktstifte von 3 mm Durchmesser in Hülsen befestigt und als Kontakt *b* (in Abb. 2) verwendet. Der Gegenkontakt blieb Platin. Nach Verlauf eines halben Jahres war an der Oberfläche des Wolframs keine Veränderung wahrzunehmen. Die Pendelfeder aus Stahl, auf welcher der Platinkontakt befestigt war, zeigte Anlauffarben, ein Beweis, daß stärkere Erhitzungen aufgetreten waren. Bei geeigneter Konstruktion, bei der die Wärmeabfuhr vergrößert wurde, wurde von den Erhitzungen nichts mehr gemerkt. Im weiteren Verfolg der Untersuchungen setzte ich mich mit dem Wolframlaboratorium Berlin in Verbindung und erhielt von diesem Kontakte von 3 mm Durchmesser, 0,5 mm Stärke, die auf kleine Eisenzylinder aufgeschweißt waren, und hiermit konnte auch der Gegenkontakt „*a*" aus Wolfram gemacht werden. Nun arbeitete Wolfram auf Wolfram, u. zw. ebenso zufriedenstellend wie vorher Wolfram auf Platin, trotzdem versuchsweise tagsüber die Stromstärke das Dreifache der normalen betrug. Es entstand lebhafte Lichtbogenbildung, und trotzdem war nach langer Betriebsdauer keine wesentliche Veränderung an den Kontakten zu bemerken. Um die Kontakte herum bildete sich mit der Zeit ein feiner Hauch von niederen Oxyden des Wolframs, die Kontaktoberfläche blieb jedoch vollständig blank.

Die Herstellung der Kontakte mit aufgeschweißtem Eisenfuß ist teuer, und ein solcher Kontakt steht dem Platinkontakt im Preise nicht nach, trotzdem wurde die Umwechslung aller Platinkontakte vorgenommen, und gleichzeitig wurden Versuche angestellt, die Kontaktplättchen direkt aufzuschweißen. Zu diesem Zweck wurde eine Einrichtung nach Abb. 3 gebaut, und die Kontakte wurden nach dem Prinzip der elektrischen Punktschweißung aufgeschweißt. Da in der Glühhitze das Wolfram sich an der Oberfläche oxydiert, wurde der Apparat anfänglich in eine Wasserstoffatmosphäre gesetzt, und später wurde Kohlenoxyd benutzt, dem man einige Prozent Wasserstoff zusetzte. Die Kontakte von 1,5 bis 3 mm Durchmesser und 0,5 mm Stärke wurden auf Messing, Neusilber und Stahlfedern aufgeschweißt.

Die Schweißung erforderte einige Übung, da man den Zeitpunkt des Ausschaltens des Stromes richtig wählen muß. Da das Wolfram einen viel höheren Schmelzpunkt besitzt, fließt zuerst das Metall der Feder, und es kann vorkommen, daß der Kontakt durch die Feder durchgedrückt wird. Die den Strom zuführenden Kontakte müssen so groß sein, daß eine schädliche Erwärmung derselben nicht auftritt.

Als Stromquelle diente ein normaler Bogenlampentransformator, wobei um den Eisenkern eine Wicklung von mehreren Windungen eines starken Kupferdrahtes aufgebracht war. Die Klemmenspannung an den freien Enden der Hilfswicklung betrug 5 bis 10 V.

Nachdem durch das elektrische Aufschweißen eine der hauptsächlichsten Schwierigkeiten gelöst ist, steht einer weiteren Einführung dieser Kontakte nichts mehr im Wege, und besonders möchte ich hervorheben, daß es sich hierbei nicht um ein Kriegsersatzmittel handelt, sondern um eine Einrichtung, die in vielen Fällen eine Verbesserung gegenüber dem Platin bedeutet.

Erwähnen möchte ich noch, daß das Wolfram ein schlechter Leiter ist, die Erwärmungen durch den Stromdurchgang und durch den auftretenden Funken sind höher und werden schlechter abgeleitet, es ist deshalb empfehlenswert, den Kontaktstift nicht länger als nötig zu machen, und bei starker Belastung muß man unter Umständen auf eine entsprechende Kühlung Rücksicht nehmen. Als ein ganz besonderer Vorteil dieses beschriebenen Punktschweißverfahrens muß der angesehen werden, daß es keine Schwierigkeiten mehr macht, selbst die kleinsten und feinsten Kontakte aus Wolfram herzustellen.

Die Technikerfrage und die Vertreter der Staatswissenschaften.

Von **O. Schleicher**, Regierungsbaumeister, Heilbronn.

Übersicht. **In dem Verständnis für die Technikerfrage und in dem Kampf der Techniker um Gleichberechtigung mit Juristen und Verwaltungsbeamten sind es vor allem die Nationalökonomen Prof. Bernhardt und Prof. Herkner, die Verwaltungsrechtler Prof. Bornhak und Prof. Piloty, welche die Bedeutung der Frage erkannt haben und für die Techniker eingetreten sind. Ihre Anschauungen sind im folgenden Aufsatz kurz dargelegt.**

Mit der unterdrückten Stellung der Ingenieure in der Staats- und Gemeindewirtschaft haben sich bis jetzt nur wenige Nationalökonomen und Juristen des öffentlichen Rechts abgegeben.

L. Bernhardt, Professor der wirtschaftlichen Staatswissenschaften in Berlin, war unseres Wissens der erste, welcher sich in Schmollers Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft (Jahrgang 1904, S. 117 bis 131) eingehend mit der Technikerfrage befaßte. Er wurde hierzu durch das Studium des umfangreichen Werkes „Das System der technischen Arbeit" des Ingenieurs Prof. M. Kraft, Wien (Leipzig 1902) angeregt und sagt von diesem Werke, daß der Nichttechniker hier einen tiefen Einblick in die Ideen, Bestrebungen und Hoffnungen gewinne, von denen der deutsche Ingenieurstand erfüllt sei, daß man Fühlung gewinne mit einem großen bedeutenden Berufskreis, so daß die Lektüre dieses Buches geradezu wie eine Erfahrung wirke. Die Standes- und Gesellschaftsstreitigkeiten zwischen Techniker und Jurist, die Rang- und Titelfragen sind nach seiner Ansicht nur das volkstümliche Gewand, in dem sich ein Problem von weit größerer Bedeutung verberge: das Problem der Stellung der Ingenieure in der Staatswirtschaft. Der Kampf der Ingenieure werde in den letzten Jahren mit heftiger Erbitterung geführt, da viele in dem heutigen Zustand eine ungeheure Ungerechtigkeit erblicken. Aber nirgends in der großen Literatur über die Technikerfrage sei es bis jetzt unternommen worden, den heutigen Zustand aus seiner Entstehung zu erklären. Bernhardt möchte nun behaupten, daß der Technikerfrage die Bitterkeit, die unversöhnliche Schärfe genommen werde, wenn man die natürliche Entstehung des heutigen Zustandes kenne. Das ist die Begründung für die Notwendigkeit seiner Abhandlung über „die historische Entwicklung der Stellung der Ingenieure in der heutigen Staatswirtschaft".

Er vergleicht nun die Stellung der akademischen Ingenieure in den 3 westeuropäischen Großstaaten England, Frankreich und Deutschland, stellt fest, daß es in den ersteren keine Technikerfrage gibt, und kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis: „Der Grund zu dem heutigen Zustande wurde vor langen Jahrzehnten gelegt. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts, als die neue Maschinentechnik in das Leben des Staates eintrat, wurden die Rollen verteilt zwischen den juristischen Verwaltungsbeamten und den technisch geschulten Ingenieuren, und wie damals die Rollen verteilt wurden, so werden sie heute gespielt." Während die Entwicklung der Ingenieurtätigkeit in England und Frankreich dahin ging, daß die dortigen Ingenieure die Sicherheit der vollen Gleichberechtigung erhielten, hat der deutsche, wissenschaftlich gebildete Ingenieur die Aufgabe erhalten, Eroberer zu werden im eigenen Vaterlande.

Professor der Nationalökonomie L. v. Wiese, welcher im oben schon genannten Jahrbuch von Schmoller (1910, S. 479 ff.) eine eingehende kritische Besprechung des Buches von Ingenieur Prof. M. Kraft über „Güterherstellung und Ingenieur in der Volkswirtschaft, in deren Lehre und Politik" (1910) veröffentlicht, äußert sich dort dahingehend, daß die Führerrolle nicht bei bestimmten Berufen ruhe, sondern eine persönliche, seltene Eigenschaft sei. Es sei sehr zu begrüßen, wenn diese Führer mehr als bisher unter den Ingenieuren gesucht und gefunden werden, und es komme darauf an, die tüchtigsten Persönlichkeiten aus allen Reihen in den Vordergrund zu stellen.

Die Hauptströmungen der Reformbewegung der wissenschaftlich gebildeten Ingenieure in der Technikerfrage hat Professor Herkner, der Nachfolger auf dem einflußreichen, nationalökonomischen Lehrstuhl von Schmoller, in der „Deutschen Revue" 34, 1909, S. 357 bis 362, geschildert. Herkner äußerte sich einmal dahingehend, daß mit dem Siegeslaufe der Technik kein Siegeslauf der Ingenieure parallel gehe. Alle Welt preise den technischen Fortschritt, immer tiefer werde unser ganzes wirtschaftliche und soziale Dasein durch die Technik beherrscht. Die persönlichen Träger der technischen Fortschritte aber würden in vergleichsweise subalternen Stellungen zurückgehalten. In zwei Buchbesprechungen in „Schmollers Jahrbuch" nimmt er deutlich Stellung zur Technikerfrage. Bei Besprechung der Denkschrift des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine über „die Stellung der Architekten und Ingenieure in den öffentlichen und privaten Verwaltungen" (1908) im Jahrgang 1910, Heft 3, S. 507, wird ausgeführt, daß die Stellungen im öffentlichen Dienste von Architekten und Ingenieuren jetzt vielleicht noch mehr als früher gesucht würden, da innerhalb der Privatindustrie meist nur auf eine abhängige Stellung gerechnet werden kann. Da sei es nun oft der Jurist, der dem Ingenieur ebenso wie der Kaufmann in der Privatindustrie die obersten, bestbezahlten und einflußreichsten Stellungen versperre. Die Beschlußfassung liege bei den Juristen, während die Ingenieure meist auf eine beantragende und begutachtende Wirksamkeit beschränkt bleiben. „Diese Zustände verstoßen nach der Auffassung der Ingenieure nicht nur gegen das Standesinteresse, sondern auch, was in der Öffentlichkeit zu wenig beachtet wird, gegen das höhere Interesse einer einfachen, billigen, sachgemäßen und raschen Administration." Und Herkner meint hierzu, daß der Ingenieur nach Maßgabe der noch mancherorts herrschenden, einseitigen, technischen Ausbildung gegenüber dem Juristen oder Kaufmann in der Vertretung universellerer Auffassungen allerdings zurückstehe. Es komme daher vor allem auf eine Vertiefung der staatswissenschaftlichen Bildung der Ingenieure an. In der weiteren Besprechung in „Schmollers Jahrbuch" 1914, S. 523, über das Buch von M. Ried, „Die technische Verwaltung in Österreich", sagt er, daß eine allerdings sehr übersichtlich gehaltene Kennzeichnung der Staats-, Landes- und Gemeindebehörden geboten werde, in denen technische Angelegenheiten zu erledigen sind und der Normen, welche hierfür maßgebend sind

Digitized by Google

Er bemängelt aber, daß der Verfasser nicht in der Einzelheit zeige, warum für die von ihm erwähnten Agenden der Verwaltung eine technisch-wirtschaftliche Bildung erforderlich sei, und auf welchem Wege diese am besten vermittelt werden könnte. Für die Erledigung der eigentlichen Streitfrage, ob und welche Nachteile daraus entspringen, daß die Techniker im Behördenorganismus meist nur als die Werkzeuge und Berater der juristisch gebildeten Beamten fungieren, werde auf diese Weise nicht viel gewonnen.

Von den Vertretern der juristischen Staatswissenschaften sind Prof. des Staats- und Verwaltungsrechts C. Bornhak, Berlin, und Prof. Piloty, Würzburg, zu nennen. In seinem Aufsatz „Rechtswissenschaft und Technik" (Internat. Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst u. Technik" 1908 und „Technik u. Wirtschaft" 1909, S. 55 bis 61) führt Bornhak ganz richtig aus, daß der Kampf zwischen Techniker und Jurist um die Frage der Vorbildung des Beamtentums die Fortsetzung des Kampfes um die Gleichberechtigung der realistischen und klassischen Bildung für das Universitätsstudium darstellt, und daß der frühere Rechtsstaat sich infolge der technischen Revolution des Maschinenzeitalters in immer zunehmendem Umfang in einen Wirtschafts- und sozialen Staat umgewandelt hat. In der Verwaltung eines Wirtschaftsbetriebes hätten daher die technischen Beamten den gleichen Anspruch auf Berücksichtigung in den höheren Stellen wie die Juristen. „Aber auch in der allgemeinen Staatsverwaltung kann die technisch-wirtschaftliche Bildung einen Platz neben der rein juristischen beanspruchen, zumal es mit der volkswirtschaftlichen Kenntnis unserer Juristen immer noch sehr traurig bestellt ist." Die Techniker, als die Vertreter modernen Wirtschaftslebens, könnten hier wesentlich zur Modernisierung unserer Verwaltung beitragen, und es würde der Wettbewerb zwischen Juristen und Technikern auf beide Teile befruchtend wirken; freilich werde der Techniker als Verwaltungsbeamter volkswirtschaftliche und gewisse juristische Kenntnisse nicht entbehren können, ebenso wie die Leiter großer kaufmännischer oder industrieller Unternehmen. Für die Staatsverwaltung könne eine Mischung klassischer und realistischer Bildung des Beamtentums nur vorteilhaft sein, und man brauche die sogenannten Verwaltungsingenieure bloß zur weiteren, praktischen Ausbildung in der Verwaltung zuzulassen. Bornhak weist am Schluß auch auf das beachtenswerte Urteil des verstorbenen Ministerialdirektors Althoff hin, der sagte: „Ja, die Techniker haben ganz Recht, die Verwaltung kann dadurch nur gewinnen."

Prof. Piloty, Würzburg, hat mehrfach gegen das Verwaltungsmonopol der Juristen Stellung genommen. In seinem Aufsatz in der „Frankfurter Zeitung" Nr. 172 vom 23. VI. 1909 über Verwaltung und Wirtschaft schrieb er u. a.: „Es gehört an die Spitze jedes Ressorts ein Mann von umfassender Lebensbildung, Sachkunde und Berufserfahrung. Mit der Kenntnis seines Rechtes allein kann man einen Staat noch lange nicht verwalten. Nur dem Richter ist das Recht Gegenstand und Zweck seines ganzen Berufes, dem Wirtschafts- und Verwaltungsbeamten ist es nur eine Schranke und gelegentliche Richtlinie. In vielen Zweigen der Staatsverwaltung tritt das Recht ganz in den Hintergrund, so in der Diplomatie, dem Lehrfach, der öffentlichen Kultuspflege, der Gesundheitsverwaltung, dem Bauwesen, dem Verkehrswesen, der wirtschaftlichen Verwaltung und vielen Zweigen der Finanzverwaltung. Der Geist der Verwaltung wird hier nicht in erster Linie aus ihrem Recht, sondern aus ihrem Leben und ihren Aufgaben geschöpft. Das Recht tritt nur stützend, führend, beschränkend und moderierend hinzu usw." „Es ist eine der größten Aufgaben der Zukunft unseres Staates, die Verwaltung von den drückenden Fesseln des juristischen Buchstabendienstes zu befreien und ihrem Geist seine angeborene Freiheit wiederzugeben."

Prof. Piloty schrieb weiter die Einleitung zu der Biographie[1]) des Bergingenieurs F. v. Steinbeis, des früheren Präsidenten der württembergischen Zentralstelle für Gewerbe und Handel, welcher Württemberg zum gewerblichen Musterland machte. Wir empfehlen diese Gedenkschrift des genialen und schöpferischen Verwaltungsingenieurs jedem, der sich für die Technikerfrage interessiert. Seine Leistungen sind ein glänzender Nachweis dafür, was die wirtschaftliche Verwaltung gewinnt, wenn in der Führung technisch-wirtschaftlicher Geist statt juristisch-formalistischem zur Geltung gelangt.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Zur Pichelmayerschen Kommutierungstheorie.

[Elektrotechn. u. Maschinenb., Bd. 35, S. 185, 204, 219.]

Bekanntlich gibt Pichelmayer in seinem Buche „Dynamobau" eine für die Berechnung kommutierender Maschinen grundlegende Formel für den Mittelwert der bei der Kommutierung erzeugten Selbstinduktionsspannung an:

$$e_r = 2\,v\,.\,w\,.\,\xi\,.\,A\,.\,L\,.\,10^{-8}\ \text{Volt}.$$

Hierbei sind v die Umfangsgeschwindigkeit des Ankers, w die Windungszahl der Ankerspule, A der gesamte Strom am Ankerumfang für 1 cm Länge, L die Ankerkernlänge und ξ die magnetische Leitfähigkeit des kommutierenden Stabbündels für 1 cm Hin- und Rückleitung, also die Zahl der mit allen Windungen des kommutierenden Bündels verketteten Streulinien bei 1 AW Gesamtdurchflutung für 1 cm Hin- und Rückleitung. Pichelmayer bestimmt den Wert von ξ durch den Versuch, indem er durch die Wicklung Wechselstrom schickt und aus der, zum Durchtreiben eines bestimmten Stromes erforderlichen Spannung und aus dem Ohmschen Widerstand der Wicklung die Reaktanzspannung und somit die Linienzahl ξ ermittelt.

Dr. A. Mandl, Wien, unternimmt es nun, die Werte von ξ für die aktiven Leiterteile eines Nutenankers für geradlinige Kommutation zu berechnen, u. zw. für zwei verschiedene, einfache Leiteranordnungen (1 Leiter oder 2 Leiter übereinander f. d. Nut) und für drei verschiedene Werte der Kommutierungsdauer. Bezeichnet nämlich T die Zeit von Beginn bis zum Ende der Stromwendung, u die Umdr/min, p die Polpaarzahl, so ist $T\,.\,\frac{u\,p}{60} = R$ die relative Kommutierungsdauer. Diese werden durch Veränderung der Bürstenbreite drei verschiedene Werte $R = 1/40,\ 1/20$ und $1/10$ gegeben.

Das Berechnungsverfahren, das hier nicht wiedergegeben werden kann, ergibt für eine bestimmte Maschine die folgenden Mittelwerte für ξ:

$R =$	$1/10$	$1/20$	$1/40$	
ξ	5,05	4,50	4,07	bei 1 Leiter auf 1 Nut
ξ	6,16	5,44	4,73	„ 2 Leitern auf 1 Nut (übereinander).

Die Ausrechnung der Werte gilt für einen 6-poligen Motor für 130 kW, 250 V, 570 A, 600 Umdr/min, mit Schleifenwicklung sechs Zweige zu je 60 Leitern hintereinander. Der Anker hat 135 Nuten 4,5 cm tief, 0,74 cm breit, Breite und Höhe des Leiters betragen 0,38 bzw. 4 cm.

Für die betrachteten Leiteranordnungen werden noch die zu erwartenden Ergebnisse des Pichelmayerschen Wechselstromversuches berechnet. Diese Rechnung ergibt für 1 Leiter f. d. Nut $\xi = 5{,}35$, für 2 Leiter (übereinander) $\xi = 6{,}98$ Linien; dabei sind 50 Per/s angenommen, doch hat die Periodenzahl verhältnismäßig wenig Einfluß auf den Wert von ξ.

Die gute Übereinstimmung zwischen den so erhaltenen Werten von ξ zeigt, daß der Einfluß der aktiven Leiterteile einer ziemlich genauen Berechnung zugänglich ist. Die Übereinstimmung wird noch besser, wenn man den ausgleichenden Einfluß der inaktiven Leiterteile, der einer mathematischen Behandlung nicht zugänglich ist und schätzungsweise bis zu 40% beträgt, einrechnet. Der Wechselstromversuch, den Pichelmayer der Berechnung vorgezogen hat, und der als eine erste gute Schätzung aufzufassen ist, kann also auch vom Standpunkt der strengen Theorie gebilligt werden. *Ght.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Installations- und Bezugserleichterungen für elektrische Anlagen.

[v. Alkier. Mitt. d. Vereinig. d. El.-W. Bd. 16, 1917, S. 241.]

Die Einführung von Installations- und Bezugserleichterungen bringt erfahrungsgemäß den Elektrizitätswerken finanzielle Vorteile, wenn niedrige Strompreise mit den Erleichterungen Hand in Hand gehen. Von Alkier untersucht die bisher bekannten Systeme der Erleichterungen und gelangt zu dem Ergebnis, daß das Teilzahlungssystem die stärkste Beachtung seitens der Werke verdient. Es bietet für sie besonders folgende Vorteile: Vollständige Tragung der Anlagekosten und Kapitalzinsen durch den Abnehmer; Trennung von Strom- und Anlagegebühren, also Unabhängigkeit der Erleichterungen vom Stromtarif, wodurch die Forderung eines Mindestverbrauchs entfällt; bequeme Schadloshaltung des Werkes im Falle der Nichtbenutzung von Anlagen; Fortfall der Unterhaltungskosten für abgezahlte Anlagen; Abschließung der Verträge auf verhältnismäßig kurze Zeitdauer. Der Verfasser macht sodann folgende Vorschläge für eine ihm zweckmäßig erscheinende Ausführungsform des Teilzahlungssystems.

Eine bestimmte Mindest- oder Höchstgröße für Wohnungsinstallationen ist nicht festzulegen. Die Ausdehnung des Systems auf Neubauten, Werkstätten oder andere Baulichkeiten, bei denen die Kosten der elektrischen Anlage im Verhältnis zu den sonstigen Anlagekosten gering sind, oder wo bauliche Veränderungen oder hohe Unterhaltungskosten befürchtet werden müssen, empfiehlt sich nicht. Ebensowenig ist Installation gegen Teilzahlung auszuführen in Wohnungen, die bereits erleichtert hergestellte Gasanlagen haben.

Hausanschlüsse einschließlich der Sicherung sind als Teile des Stromverteilungsnetzes zu betrachten und vom Werk kostenlos herzustellen, um ungleiche Belastung der verschiedenen Abnehmergruppen und Schwierigkeiten bei Versorgung mehrerer Abnehmer durch einen Anschluß zu vermeiden und dem Werk das Verfügungsrecht über die Anschlußleitungen zu erhalten. Die Steigleitungen sollen stets mit der Treppenbeleuchtungsanlage zusammen erstellt werden u. zw. als dem Interesse aller Hausbewohner dienend, für Rechnung des Hauswirtes. Bei Verlegung der Steigleitungen auf Kosten des Werkes entspricht der zu erwartende Nutzen oft nicht den verschieden hohen Aufwendungen. Die Wohnungsinstallation hat unter Berücksichtigung der Mietverträge und Mietpreise auf Kosten des Hauswirts oder Mieters zu erfolgen. Abgabe von Beleuchtungskörpern gegen Teilzahlung ist zweckmäßig, muß aber vollkommen getrennt werden von der Erstellung der Anlage, da die Beleuchtungskörper von den Mietern bei Wohnungswechsel meist mitgenommen werden. Um dem Abnehmer eine wirkliche Zahlungserleichterung zu schaffen, aber auch das Werk nicht zu lange mit den allgemeinen Unkosten zu belasten, ist die Bezahlung auf vier bis fünf Jahre zu verteilen, u. zw. sollen die Raten in der ersten Zeit höher bemessen und mit der Zeit verringert werden, um bei Wohnungswechsel den Mietnachfolger leichter zur Fortsetzung des Vertragsverhältnisses bereit zu finden. Bei Festsetzung der Ratenhöhe sind die Unterhaltungskosten der Anlage zu berücksichtigen. Außerdem sollte noch ein Sicherheitszuschlag vorgesehen werden für Einnahmeausfälle infolge Leerstehens von Wohnungen usw., da zweckmäßig gleich mit einem bestimmten Verlustbetrag, der in die Raten einbezogen wird, zu rechnen ist. Dafür verzichte man auf alle erschwerenden Bedingungen, welche die Einführung des Systems unterbinden. Das Eigentumsrecht an den Anlagen muß sich das Werk bis zu deren vollständiger Tilgung vorbehalten und den Hauswirt verpflichten, bei Veräußerung des Hauses dem Rechtsnachfolger das Eintreten in die Verbindlichkeiten dem Werk gegenüber zur Pflicht zu machen. Ebenso sind Vorkehrungen zu treffen, daß die Rechte des Werkes bei Zwangsverkäufen gewahrt bleiben. Das Teilzahlungssystem gestattet die Anwendung jedes beliebigen Tarifes. Auf die Verwendung von Gebühren-Münzzählern, die die Anlageraten und Stromgebühren getrennt voneinander ver-

[1]) „F. v. Steinbeis. Sein Leben und Wirken 1807 bis 1893." Gedenkschrift von Dr. F. Müller. 215 S. Verlag Laupp, Tübingen 1907.

Digitized by Google

einnahmen, wird besonders hingewiesen. Die Ausführung der Installation ist auf Kosten des Werkes zuverlässigen ortsansässigen Installateuren zu übertragen, die nach Ansicht des Verfassers meist billiger arbeiten als die Werke selbst. Letztere sollen höchstens die Steigleitungen mit der gleichzeitig zu verlegenden Treppenbeleuchtungsanlage selbst herstellen, da die vor den Wohnungszählern befindlichen Leitungen besonders gewissenhaft auszuführen sind. Um den Installateuren billiges Arbeiten zu ermöglichen, hat die Bezahlung der von ihnen ausgeführten Teile zu vertraglich festgelegten Einheitspreisen sofort nach ordnungsmäßiger Fertigstellung der Anlage zu erfolgen. Wirtschaftlich schwache aber technisch leistungsfähige Firmen können dadurch mit herangezogen werden, daß das Werk die Materialien im ganzen bezieht und zu Selbstkosten abgibt. Behufs Verbilligung der Lagerhaltung und Herstellung ist dabei auf weitgehendste Normalisierung der Anlagen und Verlegungsarten Wert zu legen. Das Interesse der Installateure an der Gewinnung neuer Abnehmer ist durch Gewährung von Prämien für jeden neu gewonnenen Anschluß wachzuhalten. *Zim.*

Leitungsanlagen für Starkstrom.

Kriegsmäßiger Ersatz für gußeiserne Freileitungs-Endverschlüsse.

[Mitt. d. Vereinig. d. El.-W. Nr. 217, S. 186.]

M. Monath, Ludwigsburg, beschreibt ein Behelfsmittel für dreifach verseilte, asphaltierte Bleikabel für 10 000 V Spannung an Stelle gußeiserner Freileitungs-Endverschlüsse. Für ein Verbindungskabel zwischen einer Hochspannungs-Freileitung und den Schaltapparaten in der Schaltstation wurde als Feuchtigkeitsschutz ein Cellonverschluß[1]) gewählt, der sich bei zweijähriger Betriebszeit sowohl im Freien wie im Werk bestens bewährt hat. Bei der Herstellung dieser Cellonverschlüsse muß recht sorgfältig gearbeitet werden. Geschieht in der Regel die Verlegung solcher Starkstromkabel, das Anfertigen der Verbindungen, Abzweige usw. durch Spezialmonteure, so muß jetzt in vielen Fällen infolge Personalmangels diese Arbeit durch weniger geschulte Monteure ausgeführt werden. Es besteht kein Bedenken, auch bei solchen Hochspannungskabeln die Herstellung der Cellonverschlüsse für die Kabelenden durch verständige Arbeiter ausführen zu lassen, die die Anleitungen für die Cellonierung gewissenhaft einhalten.

Für das bessere Verständnis der Anleitung für die Cellonisierung solcher Kabelenden diene Abb. 1, welche einen Kabelverschluß für 3×35 mm² und 11 000 V Drehstrom, dessen Herstellungskosten 30 bis 40 M betragen, darstellt.

Die Herrichtung von Kabelenden geschieht so, daß die Eisenbandarmatur und die Bleihülle auf 50 bis 60 cm entfernt und die Leiter von der Isolationsschicht bis auf die erste Papierbandumwicklung bloßgelegt werden. Hierauf wird am Ende der blanke Leiter auf etwa 15 cm von den letzten Isolationsumhüllungen befreit. Besteht der Leiter aus mehreren Drähten, so muß er mit einem Bindedraht zum Schutz gegen Aufwickeln gesichert werden. Hierauf werden Kabelstumpf und Kabelenden mit dreifacher überlappender Papierumwicklung versehen und es wird dann bis zu den bloßgelegten Leitern erstmals Cellonlack (R. L. I grau) aufgebracht. Ist dieser erste Anstrich fest geworden, so werden der Kabelstumpf und die heraustretenden isolierten Leiter mit Cellonkitt abgedichtet. Schließlich wird nach Auftragung des Cellonkitts, von dem Bleimantel des Kabels anfangend, bis zu den Leitern, und zwar auf geeignete Entfernung von dem Kabelende, (10 cm) nochmals in zwei Lagen eine Papierbandumwicklung aufgebracht und der ganze Verschluß von den blanken Leitern bis zum Bleimantel mit Cellonlack (R. L. grau) überstrichen. Nach Abtrocknen dieses Anstrichs wird das Ganze mit dem sozusagen emaillierenden, farblosen, sehr hart werdenden Cellonlack A. J. III überzogen. Größte Sorgfalt ist auf das Aufbringen des Cellonkitts und des Cellonlacks zu verwenden. Bei entsprechender Sorgfalt ist ein Abblättern des Cellonüberzugs ausgeschlossen.

Ein so aufgebrachter Verschluß schützt das Kabel gegen das Eindringen von Feuchtigkeit in zuverlässigster Weise. Vor allem darf der Cellonlack nicht auf feuchte, fettige oder auf solche Unterlagen, die etwa vorher einen Ölanstrich erhalten haben, aufgebracht werden; denn Cellon haftet nicht auf Ölen und Fetten. Mißstände können auch bei Verwendung von Cellonlack entstehen, wenn der Lack zu sehr verdünnt und vor dem Aufstrich die Cellonlösung mit dem Haftmittel nicht entsprechend durchmischt wird. Ganz allgemein gilt, daß der Cellonlack jedesmal vor der Verarbeitung genügend aufgerührt und die Durchmischung während des Anstrichs wiederholt wird (aufschütteln genügt nicht). Diese Vorsichtsmaßregel ist durch die Zusammensetzung des Lackes bedingt. Cellonlacke bestehen aus der

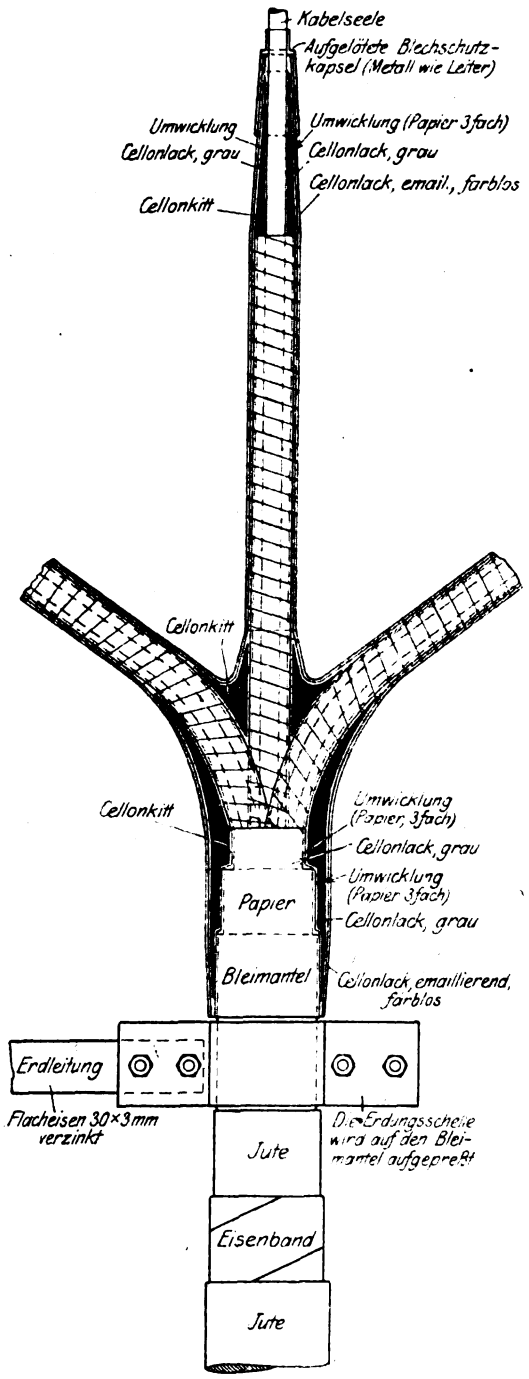


Abb. 1. Hochspannungs-Kabelendverschluß mit Cellonabdichtung.

Cellonlösung und einer Füllmasse, die das Haften des Cellons auf den zu schützenden Gegenständen herbeiführt. Dieses Haftmittel setzt sich leicht in den Gefäßen ab. Wird hierauf nicht geachtet, so hat die überstehende Lacklösung nicht die richtige Zusammensetzung mit Beziehung auf Cellongehalt und Füllmasse. Beim Auftragen der Cellonlacke muß ein nicht zu weicher Pinsel verwendet werden, wobei reichliche Mengen von dem gut durchmischten Cellonlack auf den Pinsel zu nehmen sind. Der Cellonlack ist in ziemlich dicker Schicht aufzutragen, so daß die zu schützenden Teile vollkommen umhüllt werden, was nur möglich ist, wenn stets mit vollem Pinsel und Überschuß gearbeitet wird, wobei dieser Lacküberschuß möglichst mit nur wenigen Pinselstrichen in einer Richtung gleichmäßig verteilt werden muß. — z.

Bahnen und Fahrzeuge.

Schleifstück aus Kohle für elektrische Fahrzeuge.

[Zeitschr. f. Kleinb., Bd. 23, S. 277.]

D. Storjohann berichtet über Schleifstücke aus Kohle, die sich über Erwarten gut bewährt haben. Nachdem ein Versuchsbügel aus Kohle auf den Strecken der Bahnbetriebsverwaltung Immigrath des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes ein gutes Ergebnis erzielte, indem er die doppelte Lebensdauer von Aluminiumschleifstücken erreichte, ging man zur weiteren Benutzung solcher Schleifstücke über. Aluminium eignet sich für Schleifstücke deshalb besonders, weil es nach dem Kupfer die beste Leitfähigkeit besitzt und somit den geringsten Kontaktwiderstand zwischen Schleifstück und Fahrleitung bietet, sodann wegen seiner Weichheit, die einen allzu starken Verschleiß des teuren Fahrdrahtes verhindert und drittens wegen seines hohen Schmelzpunktes (700°), demzufolge bei Funkenbildungen nur wenig vom Schleifstück abbrennt. Um nun an Stelle des Aluminiums andere, weichere oder sprödere Stoffe, z. B. Kohle, verwenden zu können, mußte man die Kontaktfläche zwischen Schleifstück und Fahrdraht vergrößern, also den Flächendruck möglichst verringern. Es war deshalb zunächst auch nötig, das Schleifstück nach dem Vorbilde der von Brown, Boveri & Cie. für die Simplonbahn gebauten Stromabnehmer um seine Längsachse drehbar zu machen und mit Einstellfedern zu versehen, damit das Schleifstück sich jeder Lage des Fahrdrahtes anpassen und immer mit der ganzen Breite der Schleiffläche gegen ihn drücken kann. Nachdem man noch Versuche mit Zinkschleifstücken angestellt und eine Lebensdauer von etwa 8000 Wagenkm damit erreicht hatte, ging man zu Kohleschleifstücken über, deren erstes dieser Art ohne Schmiernuten seit dem 18. IX. 1915 in Betrieb stand und bisher über 23 000 Wagenkm zurücklegte, ohne ganz verschlissen zu sein. Aluminiumschleifstücke erreichten auf derselben Strecke nur eine mittlere Lebensdauer von etwa 10 000 bis 11 000 Wagenkm. Zu Anfang zeigte sich ein Verschleiß von etwa 1 g auf 10 Wagenkm; nachdem das Kohleschleifstück täglich vor dem Ausfahren etwas mit Fett bestrichen worden war, konnte man je nach der Witterung einen Verschleiß von nur 1 g auf 35 bis 40 Wagenkm feststellen. Während der letzten 10 000 Wagenkm zeigte sich ein Verschleiß von 1 g auf 25 Wagenkm.

Im allgemeinen beeinflussen die Witterungsverhältnisse den Verschleiß nicht sehr. Bei Rauhreif feuert das Kohleschleifstück wie jedes andere Schleifstück; eine außergewöhnliche Abnutzung war aber nicht festzustellen. Ein Schleifstück nach Abb. 2 hatte nach 2500 Wagenkm 1 g auf 50 Wagenkm verloren und nach weiteren 4000 Wagenkm 1 g auf 67 Wagenkm. An einem Schleifstück, das 3 bis 3½ kg Kohle trägt, sind 1,5 bis 2 kg nutzbares Material. Wenn man nur den anfänglichen Verschleiß von 1 g auf 50 Wagenkm, wobei also das Schleifstück noch nicht gut eingeschliffen war, und ein nutzbares Gewicht von 1500 g zugrunde legt, so ergäbe sich eine Lebensdauer von 75 000 Wagenkm. Auf Grund der einwandfreien Aufzeichnungen ist diese Lebensdauer nicht als übertrieben zu bezeichnen. Bei der genannten Bahn laufen heute noch Kohle-, Zink- und Aluminiumschleifstücke nebeneinander, letztere machen die Fahrleitung rauh, sobald aber ausschließlich einstellbare Kohleschleifstücke mit einer Schmiernute verwandt wurden, war die Fahrleitung gewissermaßen glatt poliert, wie der Kollektor bei Dynamomaschinen. Der Erfolg hängt sehr von der Beschaffenheit der Kohle ab, ihre Festigkeit ist bedeutend geringer als die der Motorenkohlen, die man heute vielfach verwendet. Sobald die Fahrleitung glatt poliert ist, wird man mit den Kohleschleifstücken annähernd die gleiche Lebensdauer erreichen wie bei den Kohlebürsten der Motoren der Fahrzeuge, die oft jahrelang halten.

Das Kohleschleifstück nach Abb. 2 besteht aus dem Kohlenträger, dem aus einzelnen Stücken zusammengesetzten Kohleschleifstück, den beiden Schleifstückfassungen und den Einstellfedern. Der Kohlenträger ist aus Stahlblech von 0,8 bis 1 mm Stärke zusammengefalzt und hat an beiden Seiten eine Krempe zum Festhalten der einzelnen Kohlestücke. Nach dem Zusammenfalzen wird der Kohlenträger verzinkt, wodurch ein guter Kontakt zwischen den Kohlestücken und dem Kohlenträger gewährleistet wird. Die Schleifstückfassungen bestehen aus Temperguß und sind ziemlich lang, um einen guten Übergang vom Schleifbügel zur Kohle zu erzielen. Diese Ausführung gestattet es, das Schleifstück, wenn solches erwünscht, von 1,16 m auf 1 m zu verkürzen, da die Enden der Schleifstücke doch weniger verschleißen und die Gesamtschleiffläche durch die breiten Flächen der Fassungsstücke gegeben ist. Die Befestigung der Schleifstückfassungen am Kohlenträger geschieht durch Vernietung oder Verschraubung. Auch an vorhandenen Bügeln ist, ohne ihre Verwendung wie bisher zu beeinträchtigen, die Anbringung von Kohleschleifstücken möglich.

Bei Belastungsversuchen, die mit einem Zuge im Gewicht von 33 t auf Steigungen von

[1]) Über Cellon vgl. „ETZ" 1916, S. 109; 1918, S. 808.

Digitized by Google

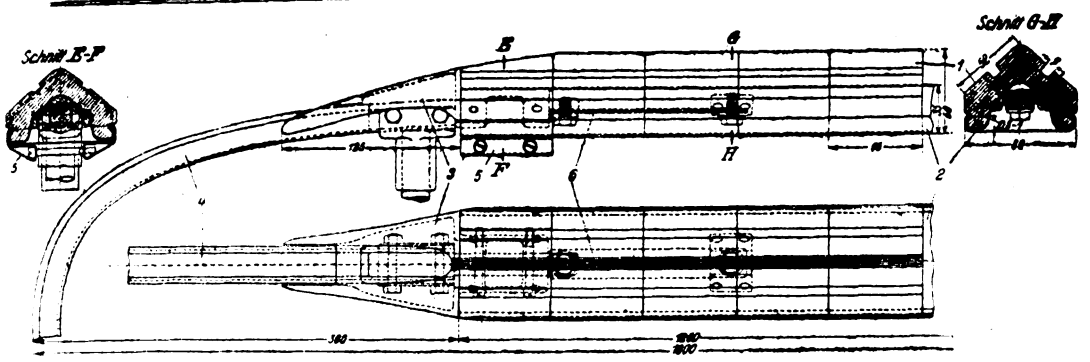


Abb. 2. Stromabnehmer mit Kohlebügel.

1 : 40, 1 : 30 und 1 : 23 bei starkem Nebel in der Dunkelheit angestellt wurden, konnte man feststellen, daß, während mit Kohle nur bei hohen Stromstößen von 120 bis 150 A einige Funkenerscheinungen auftraten, bei Aluminiumschleifstücken sich ein fortwährendes starkes Funkensprühen zeigte.

Es haben sich keinerlei Nachteile bezüglich der geraden Bauart der Schleifstücke gezeigt. Bei den bisherigen Schleifstücken, die sich bis 35 mm Tiefe abnutzten, war die Bogenform günstig, um die Schleifstücke auch im abgenutzten Zustande noch stark genug zu erhalten. Bei einem Kohleschleifstück wird die Schleiffläche im Vergleich zu ihrer Breite nur sehr wenig abgenutzt, so daß man die Bogenform ohne Nachteil verlassen kann.

Ein besonderer Vorteil des Kohleschleifstückes besteht darin, daß der mittlere Teil, wenn er stark verschlissen ist, gegen die beiden Seitenteile vertauscht werden kann, wodurch eine möglichst günstige Abnutzung der ganzen Schleifmasse erzielt wird. Die Kohleschleifstücke laufen mit einem Anpressungsdruck gegen die Fahrleitung von 5 bis 6 kg. Das untere Blech des Kohlenträgers liegt hinsichtlich des Winddruckes sehr günstig geneigt, indem dieser auftreibend wirkt, so daß das Schleifstück trotz seiner massigen Form auch bei starkem Winde nicht ungünstiger läuft, als die bisher üblichen Schleifstücke.

Auf Grund der günstigen Ergebnisse wurden alsdann in dem Betriebe der Straßenbahn Opladen—Ohligs/Höhscheid und der Kleinbahn Opladen—Lützenkirchen sämtliche Triebwagen die gewöhnlichen Stromabnehmerbügel und die Schienenstromabnehmer einer Lokomotive mit Kohleschleifstücken versehen[1]). Auf Grund eines nun 2- bis 2½-jährigen Betriebes lassen sich folgende Ergebnisse feststellen. Die Schienennuten hat man fortgelassen, da sie bei glatt polierten Fahrleitungen überflüssig sind und die Kohlen von der Fabrik „entsprechend" (wie, sagt die Quelle nicht) behandelt werden. Die oben errechnete Lebensdauer von 75 000 Wagenkm konnte als sicher ermittelt werden, so daß sie fortan mit 70- bis 80 000 Wagenkm angesetzt werden kann. Die Fahrleitung, die nach einer fünfjährigen Betriebszeit durch Aluminiumschleifstücke eine 5 bis 7 mm breite, rauhe Schleiffläche ansetzte, hat nach 2-jährigem Betriebe mit Kohleschleifstücken wie ein gut laufender Kommutator eine glatte, dunkle Politur erhalten, und die Schleifstücke selber weisen infolge der breiten Schleiffläche und der Beschaffenheit des Schleifstoffes ebenfalls eine solche auf.

Die Unterhaltungskosten sind gegenüber denen der Metallschleifstücke sehr niedrig. Es entspricht darin 1 Kohleschleifstück etwa 8 bis 10 Aluminiumschleifstücken. An guten Kohleschleifstücken sind Nacharbeiten erst nach Jahresfrist erforderlich. Die abgenutzten Mittelstücke können später an die Enden des Schleifstückes gesetzt werden, wo sie dann noch längere Zeit gute Dienste leisten. Die Schmierung der Schleiffläche erwies sich wegen der politurartigen Oberflächen nicht mehr als notwendig.

Es sei noch erwähnt, daß die lange Lebensdauer und die guten Ergebnisse nur dann erreichbar sind, wenn alle Wagen mit Kohlebügeln versehen sind. Nur teilweiser Einbau solcher in den Wagenpark ergibt begreiflicherweise weniger gute Erfolge.

Die Ergebnisse lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Das Kohleschleifstück ist infolge der langen Lebensdauer sowohl in der Anschaffung als auch in der Unterhaltung bedeutend wirtschaftlicher als alle bisher bekannten Schleifstücke.
2. Die Lebensdauer der Fahrleitungen wird bei Verwendung von Kohleschleifstücken gegenüber Metallschleifstücken um ein Mehrfaches erhöht.

Betriebsfertige Schleifstücke der oben beschriebenen Art werden von C. Conradty, Nürnberg, hergestellt. 6

[1]) „Zeitschr. f. Kleinb.", Bd. 25, S. 238

Allgemeiner Maschinenbau.

Turbogebläse für Hochöfen.

[C. Blauel. Stahl u. Eisen, Bd. 36, S. 1077, 1109.]

Für die großen Hochofengebläse kam bisher in der Hauptsache Antrieb durch Gasmaschine oder auch wohl durch Dampfturbine in Frage. Da die großen Hüttenwerke jedoch elektrische Kraftwerke großer Leistung besitzen und die wirtschaftliche Ausgestaltung dieser eine der wichtigsten Forderungen für das wirtschaftliche Arbeiten des ganzen Werkes ist, so ist die Frage wohl zu erwägen, ob für die Hochofengebläse nicht auch der Anschluß an das elektrische Kraftwerk Vorteile gegenüber dem Antrieb durch Gasmaschine oder durch Dampfturbine mit sich bringt. Allgemein arbeitet ja ein elektrisches Kraftwerk dann am günstigsten, wenn alle Arbeitsmaschinen des Werkes, soweit elektrischer Antrieb nicht aus bestimmten Gründen überhaupt unausführbar ist, angeschlossen werden. An der technischen Ausführbarkeit des elektrisch angetriebenen Turbogebläses können aber Zweifel nicht bestehen, wie die schon ausgeführten Anlagen zur Genüge beweisen. Vor allen Dingen haben sich Turbokompressoren mit elektrischem Antrieb für hohen Druck bereits in verhältnismäßig großer Zahl auf Bergwerken gut eingeführt und arbeiten dort einwandfrei. Als Beispiel für Anlagen mit großen elektrisch betriebenen Hochofengebläsen wird von Oberingenieur Blauel die auf der zur Bismarckhütte A. G., Oberschlesien, gehörenden Falvahütte bestehende Anlage behandelt. Die Vorteile, die der Anschluß eines solchen Gebläses in Form eines Turbogebläses an das elektrische Kraftwerk mit sich bringt, sind dabei näher erörtert worden.

Die in Rede stehenden Turbogebläse (vgl. Abb. 3) sind für eine Leistung von je 750 m³/min angesaugte Windmenge und eine Pressung von 25 bis 40 cm Quecksilber gebaut. Ihre Drehzahl beträgt 3000 i. d. min, ihr Energiebedarf 800 kW. Um die Luftleitung zwischen Gebläse und Cowper so kurz wie möglich zu machen, sind die ersteren unmittelbar an die letzteren gesetzt, was, da keinerlei Rücksichten auf Gasanlage oder Dampfkessel zu nehmen waren, sich ohne Schwierigkeiten ausführen ließ. Die Beantwortung der Frage, ob und inwieweit diese Ausführung der Hochofengebläse die anderen, noch möglichen Ausführungsformen an Wirtschaftlichkeit übertrifft, muß sich nach den jeweils gegebenen Verhältnissen richten. Sie hängt von dem Werte des für das Kraftwerk verwandten Hochofengases, der durch seinen Heizwert und den ortsüblichen Kohlenpreis bestimmt wird, sowie von den Anschaffungskosten der ganzen Anlage, von den durch das Gas, den Gebläsewind und den elektrischen Strom zu überwindenden Entfernungen und den dabei entstehenden Leitungsverlusten usw. ab. Der Einfluß, den diese einzelnen Faktoren haben können, und die Gesichtspunkte, die bei einer Wirtschaftlichkeitsberechnung zu berücksichtigen sind, werden von Blauel in seiner oben angezogenen Arbeit des Näheren erörtert.

Nachteilig für die Aufstellung eines elektrisch betriebenen Turbogebläses sind zunächst die Verluste, die dabei zwischen dem Gebläse und der Gasmaschine des Kraftwerkes, Antrieb durch Gasmaschine in letzterem vorausgesetzt, auftreten. Bei einem Energieverbrauch des Turbogebläses von 1000 kW stellt sich der Wirkungsgrad der elektrischen Übertragung, also des Generators, der Leitung und des Motors, auf etwa 85,5%. Da anderseits ein Turbogebläse einen um etwa 10% schlechteren Wirkungsgrad besitzt als ein Kolbengebläse, so wird bei einem elektrisch betriebenen Turbogebläse nur eine Windmenge = etwa 77% von derjenigen Menge erzeugt, die bei gleichem Gasverbrauch mit einem durch Gasmaschine betriebenen Kolbengebläse erreicht werden könnte. Diesem Nachteil stehen jedoch folgende Vorteile gegenüber:

1. Da das Gebläse unmittelbar an den Cowpern steht, während sonst Entfernungen von etwa 100 m und mehr in Frage kommen, werden mehrere Prozent Winddruck gewonnen.
2. Die elektrische Zentrale arbeitet infolge der großen gleichmäßigen Belastung durch die Turbogebläse günstiger als ohne sie. Die dadurch erzielte Verminderung der Herstellungskosten der Kilowattstunde ist natürlich dem elektrisch betriebenen Turbogebläse gutzubringen.
3. Die Windleitungsanlagen sind wesentlich geringer, was sich in geringeren Beträgen für Abschreibung und Verzinsung ausdrückt.
4. Bei einer um 100 m kürzeren Windleitung ergibt sich ein Temperaturgewinn von etwa 35° für den in die Cowper gelangenden Gebläsewind. Ein Teil dieses Wärmegewinns rührt daher, daß der Gebläsewind durch den Motor hindurchgesaugt wird und dabei die vom Motor abgegebene Wärme aufnimmt.

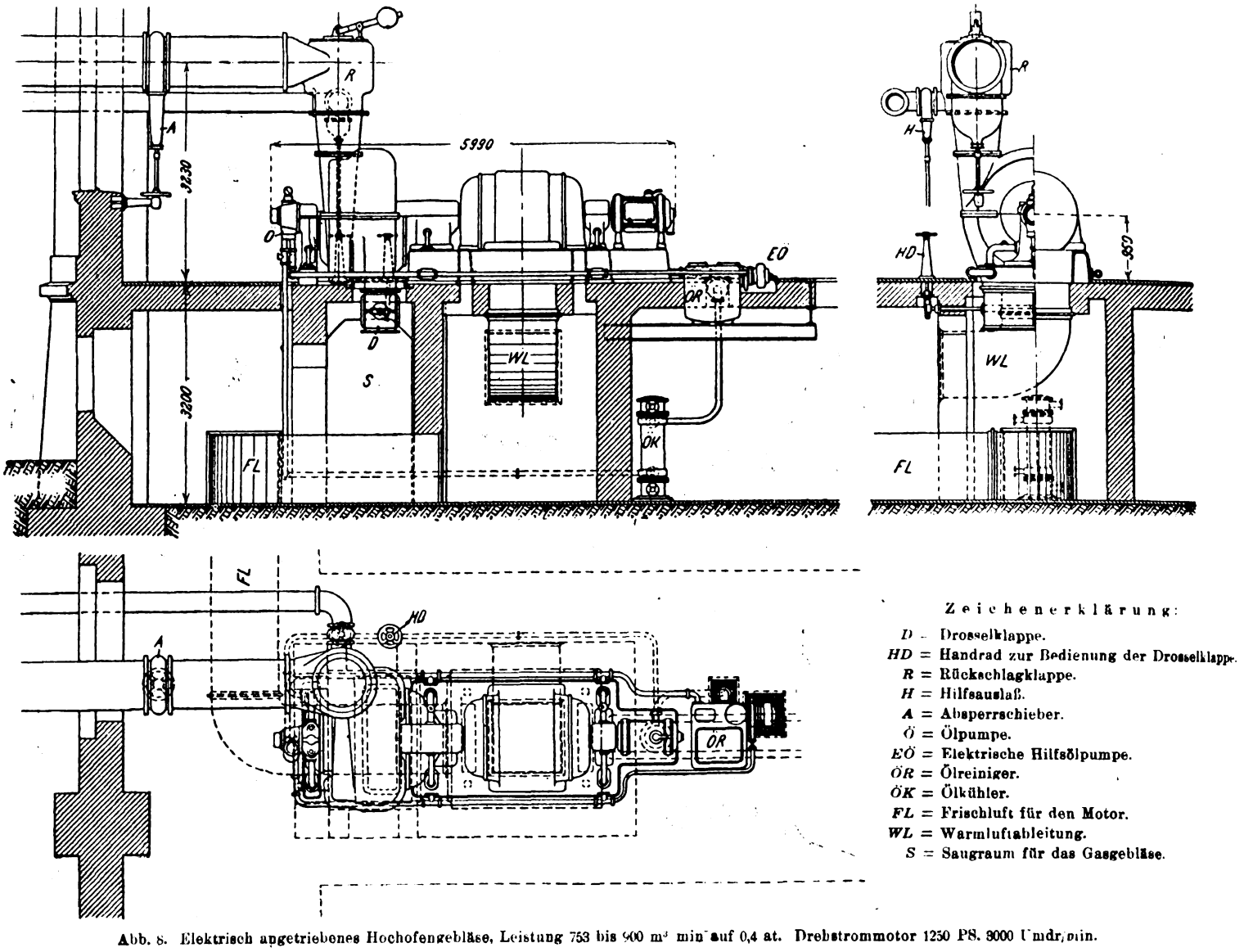
Weitere wesentliche Vorteile des elektrisch betriebenen Turbogebläses liegen in seinem sehr geringen Raumbedarf, verglichen mit einem durch Gasmaschine angetriebenen Kolbengebläse, in der großen Ersparnis an Schmier- und Putzmaterial, dessen Verbrauch bei letzterem außerordentlich hoch ist, in der wesentlich einfacheren Bedienung sowie in dem Umstande, daß bei Wahl des Platzesdes elektrischen Kraftwerkes keinerlei Rücksicht auf die Gebläseanlage genommen zu werden braucht. Das letztere würde bei dem durch Gasmaschine angetriebenen Kolbengebläse der Fall sein, wenn es, wie dies die Regel ist, in das elektrische Kraftwerk gesetzt wird. Dann müßte, um einen möglichst kleinen Abstand zwischen Gebläsemaschine und Cowpern zu haben, das Kraftwerk möglichst nahe an die letzteren herangerückt werden.

Inwieweit diese Vorteile den Ausschlag geben und wie hoch sie gegebenenfalls zu bewerten sind, läßt eine Durchrechnung der Betriebskosten der Gebläsemaschinen und des Kraftwerkes bei verschiedenen Ausführungsformen dieser Anlage erkennen. Verglichen werden in der in Rede stehenden Arbeit

1. Verwendung von Gasmaschinen zum Antrieb der Kraftwerksgeneratoren und der Gebläsemaschinen, letztere im Kraftwerk aufgestellt.
2. Ersatz der letzteren durch Turbogebläse, die innerhalb der Cowperanlage stehen.
3. Verwendung von Dampfturbinen an Stelle von Gasmaschinen in der Zentrale und von elektrisch betriebenen Turbogebläsemaschinen.
4. Ausführung des Kraftwerkes als gemischtes Werk mit Dampfturbinen und Gasmaschinen und Verwendung von Turbogebläsemaschinen,
5. Ausführung des Kraftwerkes als gemischtes Werk und Antrieb der Gebläsemaschinen teils durch Dampfturbine, teils durch Elektromotor.

Von diesen verschiedenen Möglichkeiten zeichnet sich die Anordnung 1, Verwendung von Gasmaschinen zum Antrieb der elektrischen Generatoren und der Gebläsemaschinen, durch hohe Anlagekosten, aber geringen Gasverbrauch aus, welch letzterer Vorteil jedoch teilweise durch die erhöhten Verluste in den langen Windleitungen und die hohen Anlagekosten ausgeglichen wird. Die letzteren sind am geringsten bei Verwendung von Dampfturbinen im Kraftwerk und Antrieb der Gebläsemaschinen durch Elektromotoren, doch ist dann der Gasverbrauch am größten. Welche Anordnung am wirtschaftlichsten ist, kann nur nach dem Wert des Gases, der nach den ortsüblichen Kohlenpreisen einzuschätzen ist, bestimmt werden. Je teurer die Kohlen sind, und mit steigenden Kohlenkosten muß ja gegenwärtig wohl noch auf lange Zeit hinaus gerechnet werden, desto ungünstiger arbeitet ein mit Dampfturbinen betriebenes Kraftwerk. Entscheidet man sich mit Rücksicht hierauf für Gasmaschinen im Kraftwerk, so bleibt nur noch die Frage des Antriebes der Gebläsemaschinen übrig, und hierfür wird in den meisten Fällen aus den angegebenen Gründen, wenigstens bei Neuanlagen, dem elektrisch angetriebenen Turbogebläse der Vorzug gegeben werden müssen.

Digitized by Google



Zeichenerklärung:

D = Drosselklappe.
HD = Handrad zur Bedienung der Drosselklappe.
R = Rückschlagklappe.
H = Hilfsauslaß.
A = Absperrschieber.
Ö = Ölpumpe.
EÖ = Elektrische Hilfsölpumpe.
ÖR = Ölreiniger.
ÖK = Ölkühler.
FL = Frischluft für den Motor.
WL = Warmluftableitung.
S = Saugraum für das Gasgebläse.

Abb. 8. Elektrisch angetriebenes Hochofengebläse, Leistung 753 bis 900 m³ min auf 0,4 at. Drehstrommotor 1250 PS. 3000 Umdr/min.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben, auch wenn sie noch so sorgfältig alle Punkte zu berücksichtigen und zu bewerten trachten, doch fast immer Lücken und Mängel, und es bleiben genug Einzelheiten übrig, die schwer zu bewerten sind. Das gilt vor allen Dingen von der zu erwartenden Betriebssicherheit. Die Rücksicht hierauf hat in den letzten Jahren vielfach dazu geführt, dort, wo der Anschluß an ein zweites Kraftwerk als Reserve nicht zu ermöglichen war, in dem Hauptkraftwerk trotz des größeren Gasverbrauches neben den durch Gasmaschinen angetriebenen Generatoren noch ein oder zwei Turbodynamos aufzustellen, die überdies den Vorteil haben, daß sie gegen Belastungsschwankungen weniger empfindlich sind als Gasmaschinen. Auch die Ansprüche an die Intelligenz der Wartung sowie der Verbrauch an Schmier- und Putzmaterial, der Raumbedarf usw. stellen sich bei Dampfturbinen günstiger und ihre Betriebsbereitschaft ist größer als bei Gasmaschinen. Außerdem kann im Notfalle, d. h. bei eintretendem Gasmangel, die Kesselanlage mit Kohlen betrieben werden, was bei Gasmaschinen nicht in Frage kommt. Alle diese Überlegungen, die sich in Zahlen schwer ausdrücken und in einer Wirtschaftlichkeitsberechnung nicht bewerten lassen, sprechen dagegen, in dem Kraftwerk sich ganz auf die Großgasmaschinen zu stützen, sprechen anderseits aber auch dafür, die Gebläsemaschinen als Turbogebläse auszuführen und diese durch den sehr einfachen und betriebssicheren, raschlaufenden Drehstrommotor anzutreiben. *Pi.*

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

**Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106.
Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.**

Betrifft: Ausnahmebestimmungen während des Krieges.

Von den Ausnahmebestimmungen ist die 5. Auflage erschienen, in welcher alle bis zum September 1918 erschienenen Kommissionsbeschlüsse aufgenommen sind. Die Sonderdrucke können zum Preise von 0,75 M für das Stück in unserer Geschäftsstelle, Berlin, Königgrätzer Str. 106, bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. G. Dettmar.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

R. Senckler †. Am 21. Oktober entschlief nach schwerem Leiden im Alter von 63 Jahren der Bevollmächtigte der Siemens-Schuckertwerke, Richard Senckler. Der Verstorbene hat 21 Jahre in den Diensten dieser Firma und der Siemens & Halske A. G. gestanden.

B. Schönherr †. Am 27. Oktober starb nach kurzer, schwerer Krankheit im Alter von 41 Jahren B. Schönherr, Oberingenieur und Prokurist der Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co., Berlin.

Hochschulnachrichten. Dr. H. Faßbender, Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Berlin, wurde von der Rigaer Technischen Hochschule zum stellvertretenden, außerordentlichen Professor für Elektrotechnik gewählt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Untersuchung raschlaufender Magneträder in Theorie und Praxis.

Ich erlaube mir zu dem auf S. 313 der „ETZ" 1918 abgedruckten Aufsatze des Herrn R. NEUMANN folgendes zu bemerken:

Die sehr interessanten historischen Daten über die numerische Ausrechnungen und die Anführung der Theorien über Spannungsverteilungen bei durch Fliehkräfte beanspruchten Werkstücken könnten noch erweitert werden durch die Aufsätze DONATH, „Die Berechnungen rotierender Scheiben und Ringe nach einem neuen Verfahren", in welchem eine besonders für die Praxis sehr brauchbare graphische Methode ausgearbeitet ist, das selbst für die komplizierten Formen der Turbinenläufer Verwendung finden kann, ferner wäre die Methode von W. RITZ zu nennen, die durch Prof. PÖSCHL in der Literatur bekannt wurde und für den Fall der Scheibe in der „Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen", 1913, S. 70 u. f. veröffentlicht wurde. Auch hier ist der Weg unverkennbar, um für die zu übersichtlichen Formeln der reinen Elastizitätslehre einfachere und numerisch leichter auswertbare zu setzen.

Prag, 15. IX. 1918. Dr. Melan.

Ein Mangel bei der Ausfertigung von Rechnungen.

Im Laufe der letzten Jahre besteht bei zahlreichen Firmen, die an Elektrizitätswerke liefern, die Gewohnheit, in ihren Rechnungen den Rechnungsgegenstand nicht mehr nach seiner Benennung, sondern nur noch nach seiner Listenbezeichnung in Zahlen und Zeichen aufzuführen. Wenn der Werksleiter die Rechnungen nicht zur Zahlung anweisen soll, ohne genau zu wissen, wofür gezahlt werden soll, der Einkauf aber so umfangreich und vielgestaltig ist, daß sich die einzelnen Stücke nicht im Gedächtnisse behalten lassen, so ist er genötigt, zu allen Rechnungen die oft sehr umfangreichen Preislisten der zahlreichen Firmen nachzuschlagen. Mitunter sind solche gar nicht zur Hand oder müssen aus anderen Abteilungen beigezogen werden. Aus Minutenarbeiten werden auf diese Art Tagesarbeiten. Die Rechnungen werden aber wohl nirgends vom Leiter der Firma ausgeschrieben, sondern von weit billigeren Kräften und umfassen soviel andere Dinge, daß es nicht darauf ankommen kann, auch noch die Benennung des Gegenstandes darauf zu setzen.

Es ergeht deshalb an alle Lieferer der Licht- und Kraftwerke die Bitte, anordnen zu lassen, daß künftig stets die Benennung des Rechnungsgegenstandes mit auf die Rechnung gesetzt wird; andernfalls werden die Rechnungen erst dann zur Zahlung angewiesen, wenn der Werksleiter gelegentlich die nötige Zeit findet, den Lieferungsgegenstand zu erraten oder in den Preislisten aufzusuchen.

Glauchau, 12. IX. 1918.

Betriebsamt des städt. Licht und Kraftwerks Glauchau

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Elastizität und Festigkeit. Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmäßige Grundlage. Von Prof. Dr.-Ing. C. Bach. 7. verm. Aufl. Unter Mitwirkung von Prof. R. Baumann. XXVIII u. 703 S. in 8°. Mit zahlreichen Abb. u. Tafeln. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 28 M.

Als der Verfasser vor fast 30 Jahren mit seinem Werk an die Öffentlichkeit trat, überwog bei weitem der Einfluß der Theorie; die mathematische Ableitung beherrschte das Feld, das Hookesche Gesetz war ihre Grundlage. Der Frage nach dem wirklichen Verhalten des Baustoffes wurde noch geringe Beachtung geschenkt. Da trat Bach mit seinem Grundsatz vor: wir müssen dieses Verhalten der Baustoffe einer genauen Prüfung unterwerfen, wenn die Ergebnisse der Theorie für den entwerfenden Ingenieur fruchtbar gemacht werden sollen. Nicht zuletzt ist es gerade seiner immer wiederholten Ansicht zu danken, wenn ein gewisser Umschwung in der Anschauung eintrat, der so weit ging, daß der Versuch der Theorie vorangesetzt wurde.

Wir haben heute eine so große Überfülle von Versuchsergebnissen, daß Bach selbst ihre Zusammenfassung, ihre weitere mathematische Verarbeitung anregte. Doch ist bislang — wie der Verfasser S. 44 erwähnt — nur Nonnenmacher dieser Anregung in beschränktem Maße gefolgt. Vielleicht ist die Hoffnung nicht unberechtigt, daß Bach uns diese Zusammenfassung als Abschluß seines Lebenswerkes bescheren wird, wenn der Frieden wieder erlauben wird, Wissenschaft der Wissenschaft wegen zu pflegen.

Die vorliegende 7. Auflage ist nicht unbeeinflußt vom Weltkriege geblieben, ist doch der Verfasser als Vorsteher einer Materialprüfungsanstalt erheblich durch die Kriegswirtschaft in Anspruch genommen; die Frage der Esatzstoffe hat in ihm einen ihrer vornehmsten Förderer gefunden. Hier sei gleich bemerkt, daß das vorliegende Werk darüber nichts bringt. Das ist um so bedauerlicher, als eine nicht geringe Zahl von Ingenieuren — ich erinnere an den Luftschiffbau, die Flugzeugindustrie — sehr gern Unterlagen für ihre Konstruktionen besäßen, die in Holz oder Duraluminium ausgeführt werden. Es wäre zu wünschen, daß gerade den Baustoffen erhöhte Beachtung geschenkt würde, die überall da verwendet werden, wo fest und leicht Hauptbedingung ist. So ist beispielsweise das Verhalten dieser Baustoffe bei gleichzeitiger Beanspruchung durch Biegung und Knickung durchaus nicht so geklärt, daß der entwerfende Ingenieur sichere Daten für die Konstruktion hätte. Im allgemeinen Maschinenbau ist es üblich, die zulässige Beanspruchung der Baustoffe unterhalb der Streckgrenze zu halten. Der Flugzeugkonstrukteur geht beim Entwurf darüber hinaus, muß darüber hinausgehen, wenn er leicht bauen will; für ihn fällt häufig die Bruchfestigkeit mit der zulässigen Beanspruchung zusammen. Der Formänderung wird ein erheblich weiterer Spielraum gegönnt, als es sonst üblich ist; die Voraussetzung verschwindend kleiner Formänderungen trifft für ihn nicht mehr zu. Es lohnte sich, in einem grundlegenden Werk über das Verhalten der Baustoffe auch diesen Gesichtspunkt erörtert zu finden.

Gewiß, Bach sagt, wir hatten bei Ausbruch des Krieges Ingenieure, die dank ihrer Schulung die Fähigkeit besaßen, neue Aufgaben planmäßig und selbständig zu bearbeiten, die das tatsächliche Verhalten der Baustoffe ausreichend kannten und die insbesondere auch wußten, daß ein und dasselbe Metall in vergütetem Zustande weit höheren Anforderungen gerecht werden kann, als im ursprünglichen Zustande, doch fehlt die Sammelstelle, die das Ergebnis der vielen während des Krieges ausgeführten Einzelversuche einer zusammenfassenden Bearbeitung unterzieht.

Abgesehen von diesen Wünschen für die Zukunft seien aus den Erweiterungen bzw. Ergänzungen der vorliegenden Auflage hervorgehoben:

Das Kapitel über Einrichtungen zum Messen der Längenänderungen (S. 121 bis 136) wurde erheblich erweitert; die „Brucherscheinungen" wurden ergänzt durch Lichtbildaufnahmen von Zerreißproben — S. 136 bis 145. Den Versuchsergebnissen über den Einfluß der Zeit auf die Festigkeit wurden eigene Versuche des Verfassers mit Rundstäben von 20 mm Durchmesser aus Flußeisen und Flußstahl hinzugefügt (S. 164). Neu aufgenommen wurden Versuche von Stribeck und Ludwik über den Einfluß der Belastungsdauer bei höherer Temperatur für Kupfer (S. 165). Den Einfluß, den die Behandlung des Baustoffes durch Einsetzen und Härten auf seine Eigenschaften ausübt, finden wir S. 179 bis 185 erörtert.

Bei den Druckversuchen hätte ich gern ein Eingehen auf die Kugeldruckprobe gefunden, der anscheinend der Verfasser geringeren Wert beimißt; auch ist die Anschauung von Riedel („Zeitschr. d. V. D. I." 1913, S. 845) über die Vorgänge beim Zerdrücken eines Körpers nicht erwähnt.

Der Biegungsfestigkeit ist ein kurzer Abschnitt über die kritische Umlaufzahl eingefügt, ohne indessen die Frage zu erschöpfen.

In dem Kapitel über Drehungsfestigkeit ist der s. Zt. vom Verfasser aufgestellte Satz „Die größte Anstrengung tritt hierbei auf in denjenigen Punkten der Umfangslinie des Querschnittes, welche der Stabachse am nächsten liegen" durch Versuche an Eisenbetonkörpern von rechteckigem Querschnitt bestätigt (S. 322). Über neuere Drehungsversuche mit Gußeisenstäben dreieckigen und trapezförmigen Querschnitts wird S. 377 berichtet.

Im § 48 wird die dynamische Wirkung auf die zulässige Materialanstrengung nur gestreift — ich füge hinzu leider —, weil nach des Verfassers Meinung dies den Rahmen der statischen Elastizitätslehre überschreiten würde.

Seinem von jeher eingenommenen Standpunkt bleibt der Verfasser treu; wenn er (S. 448) Versuche für die Fälle empfiehlt, wo sich die größten Spannungen bzw. Dehnungen nicht berechnen lassen, was bei vielen Aufgaben des Maschinenbaues der Fall ist; ich füge hinzu: möge dieser Mahnung Folge geleistet werden.

Auf S. 449 findet sich die Erklärung, weshalb bei Biegeversuchen häufig eine größere Belastung vertragen wird, als der Zerreißfestigkeit des Baustoffes zukommt. Auch mit der Frage setzt sich der Verfasser auseinander, wie die Wahl der zulässigen Spannung durch Vorspannungen oder Gegenspannungen beeinflußt wird, denen Konstruktionen durch hohe Probebelastungen — Dampfkessel — ausgesetzt sind.

Der Abschnitt — § 52 — über das gleichzeitige Auftreten von Biegung und Schub ist ergänzt durch Tafeln über I-Eisen mit Längsaussparungen im Steg.

Dem § 54 — Formänderung — sind hinzugefügt: Die Formänderung am Ende einer gabelförmigen Meßfeder (S. 527 bis 530); der geschlossene Rahmen (Fahrstuhl) [S. 530 bis 536]; der dreifach gelagerte Balken (S. 536 bis 538).

§ 58 — Hohlzylinder — ist ergänzt durch Brucherscheinungen bei Hohlzylindern (Tafel XXIII).

Eine erhebliche Ergänzung hat § 62 — ebene quadratische Platte — durch die Wiedergabe von Bruchbildungen quadratischer und rechteckiger Eisenbetonplatten erfahren.

War schon bisher Bachs Werk eins der besten Bücher über die Festigkeitslehre als Erfahrungswissenschaft, so hat diesen Ruf die neue Auflage nicht nur bestätigt, sondern auch erweitert. Dem Ingenieur kann nur dringend empfohlen werden, eingehend dieses Buch zu studieren, wenn er Aufschluß haben will über die so notwendige Kenntnis des wirklichen Verhaltens der Baustoffe.

Die Verlagsfirma Julius Springer hat es sich angelegen sein lassen, auf die Ausstattung des Werkes allergrößte Sorgfalt zu verwenden. Dafür gebührt ihr besonderer Dank, denn die Zeitumstände sind solcher Absicht nicht förderlich, auch hierbei sind die Kriegsnöte zu berücksichtigen. Winkel.

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Bd. 7. Von C. Matschoß. Mit 4 Abb. 24 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 8 M.

Der vorliegende Band enthält u. a. einen wertvollen Beitrag „Geschichtliche Entwicklung der Berliner Elektricitäts-Werke von ihrer Begründung bis zur Übernahme durch die Stadt". Die Übernahme der B. E. W. durch die Stadt Berlin am 1. X. 1915 gab den Anlaß, die Entwicklung des bedeutsamen Unternehmens und damit ein Stück Entwicklung der Technik zusammenfassend darzustellen. Es ist wichtig und dankenswert, daß, mit auf Anregung des Elektrotechnischen Vereins, die Geschichte der deutschen Elektrotechnik jetzt schon aufgezeichnet wird, solange noch ein Teil der Männer lebt, die sie mitgeschaffen und miterlebt haben. Mancher Irrtum wird so vermieden, und durch die Einflechtung persönlicher Erlebnisse kann die Behandlung besonderen Reiz erhalten.

Der auf dem Gebiete technischer Geschichtsschreibung wohlbewährte Verfasser hat denn auch, neben der Literatur, möglichst viel aus solchen persönlichen Quellen geschöpft und gibt in gedrängter, fesselnder Darstellung ein anschauliches Bild der Entwicklung des gewaltigen Werkes von seinen kleinen Anfängen an.

Nach einer einleitenden Schilderung des Standes der elektrischen Beleuchtung um 1880 und ihrer Entwicklung bis dahin wird die große Bedeutung der Pariser elektrotechnischen Ausstellung 1881 hervorgehoben und das durch sie veranlaßte tatkräftige, zukunftssichere Auftreten Rathenaus, das zur Gründung der „Deutschen Edison-Gesellschaft" und der B. E. W. führte. Wir erfahren dann mancherlei über die Schwierigkeiten, die das neue Unternehmen zu überwinden hatte, wobei die Verdienste O. v. Millers neben denen Rathenaus nicht ganz voll gewürdigt erscheinen. Vom Bau der ersten kleinen Gleichstromwerke, deren baldiger Vermehrung und raschem Wachsen, der Erweiterung des Versorgungsgebietes, der Erhöhung der Spannung und dem Hinzukommen von Unterstationen bis zur Einführung des Drehstromes, dem Hinauslegen der Kraftwerke aus der nun in ihrem ganzen Gebiete gespeisten Stadt und bis zur schließlichen Ausgestaltung zu einem gewaltigen Großunternehmen ziehen die Schicksale der B. E. W. anschaulich an uns vorüber. Daneben wird von der Erweiterung des Vertrages mit der Stadt Berlin, der Verbesserung der Tarife, der Entwicklung des Installationswesens alles wichtige mitgeteilt.

Ein zweiter Abschnitt schildert, wie mit der Entwicklung der B. E. W. zugleich auch die Technik sich weiter entwickelt hat und vielfach durch sie befruchtet worden ist auf den Gebieten der Kraftmaschinen, Dampfkessel, Dynamomaschinen, der Verteilung der Energie, des Installationswesens, der Lampen, Motoren usw. Die Darstellung dieser Fortschritte wird durch kurzes Eingehen auf die stets erneuten Umgestaltungen aller dieser Teile bei den B. E. W. nebst knappen Zahlenangaben wirksam erläutert.

Mit einem Überblick über die allmähliche Vermehrung der Leistungsfähigkeit der Stromerzeugungsanlagen, des Absatzes, des Betriebskapitals und des Personals schließt der Verfasser. Es ist ihm, wie bereits angedeutet, durchaus gelungen, auf knappem Raume den umfangreichen Stoff klar und anschaulich zu behandeln. Seine Schrift werden nicht nur alle, die den Werdegang der B. E. W. mitverfolgt haben, mit großem Interesse lesen, sondern sie wird auch für die Geschichte der Elektrotechnik bleibenden Wert behalten. C. Heim.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Verdeutschungswörterbuch. Von Wirkl. Geh. Oberbaurat Dr. O. Sarrazin. 5. verm. Aufl. XX und 346 S. in 8°. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 1918. Preis geb. 14 M.

Stützen der Radiallähmungen. Merkblatt Nr. 17 der Prüfstelle für Ersatzglieder, Charlottenburg 2, Fraunhoferstr. 11/12. Berichterstatter R. Radike, G. Schlesinger und C. Volk. Ausgegeben am 1. August 1918. 11 S. in 4°.

Die Bilanzen der privaten und öffentlichen Unternehmungen. Bd. 1: Allgemeiner Teil. Von Prof. Dr. R. Passow. 2. erw. u. verb. Aufl. VIII u. 304 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1918. Preis geb. 13 M.

Theorie der Elektrizität. Von Dr. M. Abraham. Bd. 1: Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität. Mit einem einleitenden Abschnitt über das Rechnen mit Vektorgrößen in der Physik. Von Dr. A. Föppl. 5. umgearb. Aufl. Mit 14 Abb. XIV u. 400 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig u. Berlin 1918. Preis geb. 14 M.

Das Telegraphen- und Fernsprechwesen. Von Oberpostrat O. Sieblist. 2. Aufl. VI u. 119 S. in 16°. Nr. 183 „Aus Natur und Geisteswelt". Verlag von B. G. Teubner. Leipzig u. Berlin 1918. Preis geb. 1,50 M + 30% T. Z.

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. 1. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. 2. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinseszins und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. Von Prof. P. Crantz. 5. bzw. 4. Aufl. Mit 9 Abb. IV u. 116 S. bzw. 21 Abb. u. 110 S. in 16°. Nr. 120 u. 205 „Aus Natur und Geisteswelt". Verlag von B. G. Teubner. Leipzig u. Berlin 1918. Preis geb. je 1,50 M + 30% T. Z.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Die Valuta im Kriege.

In Friedenszeiten sind die maßgebenden Preise der großen Weltmarktartikel, die sogenannten Weltmarktsnotierungen, in ihrem Steigen und Fallen, in das sich nicht selten spekulative Machenschaften einschieben, Gegenstand weitgehendster Beachtung. Die fremden Wechselkurse waren dagegen meist nur unerheblichen Schwankungen ausgesetzt, die, falls sie entstanden, außerdem noch durch eine rasch einsetzende Arbitrage immer wieder ausgeglichen wurden. Im Laufe des Weltkrieges haben sich diese Verhältnisse in ihr völliges Gegenteil verwandelt. Die Weltmarktpreise der großen Weltmarktartikel haben, soweit überhaupt noch Notierungen vorliegen und in den einzelnen Ländern keine Höchstpreise festgesetzt sind, nur noch recht geringe Bedeutung. Vollends fehlt diese Bedeutung in den Fällen, in denen überhaupt der Artikel für das feindliche Land nicht mehr in Betracht kommt. Beispiele für den erstgenannten Fall sind die Getreide- und Metallpreise, für den letztgenannten der Baumwollpreis. Dagegen haben die fremden Wechselkurse ganz außergewöhnliche Schwankungen und Ausschläge zu verzeichnen gehabt. Bemerkt sei, daß fremde Wechselkurse auf feindliches Ausland infolge des sofortigen weitgehenden Abbruches der wirtschaftlichen Beziehungen überhaupt nicht mehr bestehen, sondern Wechselkurse nur noch auf verbündete Länder und neutralen Staaten notiert werden, was natürlich für beide Seiten der in Krieg befindlichen Länder gilt.

Während sich in normalen Zeiten die Wechselkurse in geringen Abweichungen um die sogenannte Parität, u. zw. um das Münz- (Gold-) oder das von diesem nur wenig abweichenden Wechselpari herumbewegten und allzu bedeutende Ausschläge durch tatsächliche oder angedrohte Goldsendungen rasch ausgeglichen werden konnten, auch die Herab- oder Heraufsetzung des offiziellen Diskonts einen regulierenden Einfluß auf ihre Stabilität übte, sofern nicht die erwähnten Wechselarbitragen schon vorher diese ausgleichenden Wirkungen besorgten, haben sich jetzt im Kriege weitgehende Schwankungen vollzogen. Diese sind einmal dadurch bedingt, daß das gegenwärtige Angebot oder die Nachfrage von fremden Wechseln an den ein einzelnen Plätzen ein durchaus verschiedenes ist. Dies hat wiederum die Voraussetzung, daß die Handelsbewegung eine recht einseitige geworden ist, außerdem aber heute ein Überschuß der Handelsbilanz auf der einen oder anderen Seite nicht mehr wie früher in Gold ausgeglichen werden kann. Fast alle Staaten haben nämlich die Goldausfuhr verboten, um durch Ansammlung eines entsprechenden Goldschatzes ihre eigene innere Währung zu stabilisieren und für den wachsenden Notenumlauf eine entsprechende Goldreserve zu schaffen. Der sogenannte Zwangskurs der Noten, der im Inlande besteht, kann aber dem Ausland gegenüber nicht geltend gemacht werden. Aus diesen Gründen ergibt sich, daß die Valuta der im Kriege befindlichen Länder gegenüber derjenigen der neutralen Länder eine höchst ungünstige Bewegung angenommen hat. Besonders für die Zentralmächte, die vom Weltmarkt weitgehend abgeschnitten waren und auch außerdem auf eine Ansammlung ihrer Goldbestände bedacht sein mußten, haben sich die fremden Wechselkurse mit Ausnahme des österreichisch-ungarischen überaus ungünstig gestaltet. Einige Beispiele mögen dies für Deutschland belegen.

Berlin Mark	Parität	Stand Ende Sept. 1918
Holland (100 Gld.)	168¾	309¼
Dänemark (100 Kr)	112½	188¼
Schweden (100 Kr)	112½	212½
Norwegen (100 Kr)	112½	188½
Schweiz (100 Fr)	81,00	146⅞
Österreich-Ungarn (100 K)	85,06	57,75
Bulgarien (100 Levas)	81,00	79¼
Konstantinopel (1 türk.Pfd.)	18,455	20,45
Madrid und Barcelona (100 Pes)	76,93	137½

Aber auch die Währung der feindlichen Staaten hat immerhin starken Abbruch erfahren, wie nachstehende Aufstellung zeigt, wogegen umgekehrt die Wechselkurse der neutralen Staaten auf die in den Weltkrieg hineingezogenen Staaten entsprechend günstig stehen.

London £	Parität	Stand Ende Sept. 1918
Paris (1 £ in Fr)	25,22	26,50
Amsterdam (1 £ in Gld)	12,07	9,89

Paris Fr	Parität	Stand Ende Sept. 1918
London (1 £)	25,22	26,07
New York (100 $)	516¼	547
Rom (100 Lire)	100	84,75
Amsterdam (100 Gld)	208	261,50
Zürich (100 Fr)	100	125
Amsterdam Gld		
Berlin (100 M)	59	31,70
London (1 £)	12,07	9,96
Paris (100 Fr)	48,08	38,25
Zürich Fr		
Berlin (100 M)	123,45	66,50
London (1 £)	25,22	21,60
Paris (100 Fr)	100	83

Der Stand der fremden Wechselkurse z. B. in Deutschland ist, wie wir schon hervorgehoben haben, in erster Linie Ausdruck der tatsächlichen Verhältnisse, d. h. einer ungünstigen Handelsbilanz. Für Deutschland heißt das soviel, daß einer stark geminderten Ausfuhr eine relativ gesteigerte Einfuhr (tatsächlich sind Ein- und Ausfuhr in absoluten Zahlen beide stark gesunken) gegenübersteht. Im Interesse der Rohstoffersparnis hat die Industrie, die heute im wesentlichen für Heeresbedarf arbeitet, auf die Herstellung aller solcher Erzeugnisse verzichtet, mit denen wir uns sonst den Weltmarkt zu erobern pflegten. Anderseits hat man die Ausfuhr von Fabrikaten, falls sie doch aus den erwähnten Rohstoffen hergestellt werden, wesentlich eingeschränkt und erschwert, wenn nicht verboten. Auf der anderen Seite lag es uns daran, möglichst viele ausländische Rohstoffe uns zu sichern, soweit dem nicht Ausfuhrverbote in den neutralen Staaten gegenüberstanden. Die Begleichung der Einfuhr müßte in der Hauptsache durch Gold erfolgen, das aber nur bei Regierungskäufen in bestimmten Mengen und nur unter Kontrolle der Reichsbank zur Verfügung gestellt werden kann, andernfalls wir den ungünstigen Kurs zahlen müssen. Abgesehen von den durch die tatsächlichen Verhältnisse des Angebots und der Nachfrage von Forderungen (Stand der Handelsbilanz) bedingten Verhältnissen spielen aber auch subjektive Momente eine Rolle. Die Bewertung der fremden Wechsel, namentlich an den neutralen Börsen hängt auch von politischen Faktoren und militärischen Ereignissen sowie deren Bewertung ab. Auch größere oder geringere Aussichten auf Frieden haben den Stand der Valuta jeweilig günstig oder ungünstig beeinflußt. Endlich hat auch die Abwicklung des Wechselverkehrs über die Plätze zweiten und dritten Ranges, wie sie Zürich und Stockholm beispielsweise darstellen, die starken Ausschläge mit veranlaßt. Nicht zuletzt ist zeitweise eine Devisenspekulation betrieben worden, deren ungünstige Wirkungen man durch amtliche Stabilisierung der Devisenkurse einzudämmen bemüht war. So darf man annehmen, daß nach Friedensschluß, wo sich die Grenzen auch zwischen neutralen Staaten und feindlichen Mächten wieder in weiterem Maße öffnen, auch die Wechselkurse der in den Krieg verwickelten Länder auf die neutralen Staaten sich wiederum dem normalen Stand nähern werden. Man darf nicht vergessen, daß z. B. Deutschland heute zahlreiche Waren einführt, die es nicht wieder ausführen kann, wie z. B. Getreide, Fette und Öle, während anderseits zahlreiche Artikel, die ausgeführt werden könnten und vor allem, auch Rohstoffe, wie z. B. Kali, Eisen und Kohle ebenfalls im Interesse der Eigenwirtschaft, aber auch aus politischen Motiven zurückbehalten werden müssen. Mit Zustandekommen des Friedens aber werden wirtschaftliche Bewegungen stattfinden, die sofort auch auf eine günstigere Gestaltung der deutschen Mark im Auslande einwirken müssen. Die Einschränkung der Einfuhr und Verstärkung der Ausfuhr, natürlich durch die Interessen der eigenen Volkswirtschaft geregelt, sind das sicherste Mittel, um die Wechselkurse wieder auf einen normalen Stand zurückzuführen. Insofern wird man trotz eines ungünstigen Markkurses beruhigt sein dürfen und sich sagen müssen, daß die Währungen der feindlichen Länder, vor allem Englands und Frankreichs, eine noch wesentlichere Entwertung erlitten haben. Diese Entwertung spricht sich bei diesen Ländern freilich nicht so sehr in einen ungünstigen Wechselkurs aus. Sie ist aber tatsächlich größer, weil diese Länder vorläufig die gewaltigen amerikanischen Lieferungen noch nicht bar, sondern erst mit Krediten bezahlt haben. Auch dieses Moment, daß eben die feindlichen Länder in Wirklichkeit gegenüber dem neutralen Ausland noch schlechter dastehen als Deutschland, sollte eine gewisse Beruhigung über unsere stark gesunkene Valuta abgeben, die schließlich auch dadurch gebessert werden wird, daß man eine möglichst weitgehende Herausziehung der papierenen Umlaufsmittel aus dem Verkehr bewirkt, sobald sich nur hierfür die geeignete Gelegenheit bietet. *J. M.*

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Kabelwerk Rheydt A. G., Rheydt[1]). Nach dem Bericht über das 21. am 30. VI. 1918 abgelaufene Geschäftsjahr 1917/18 betrugen die Einnahmen 8,035 Mill. M (5,293 i. V.), darunter 7,705 Mill. M Fabrikationsgewinn (5,163 i. V.). Nach Abzug von 1,411 Mill. M (1,069 i. V.) für allgemeine Unkosten, 3,892 Mill. M (0,309 i. V.) für Steuern und 12 634 M für zweifelhafte Forderungen ergibt sich ein Reingewinn einschl. Vortrag von 3,007 Mill. M (4,427 i. V.), aus dem 40% Dividende (20 i. V.) auf 7 Mill. M (5 i. V.) gezahlt werden. Der Aufsichtsrat erhält 0,241 Mill. M (0,134 i. V.), Beamte und Arbeiter 0,1 Mill. M (0,07 i. V.), vorgetragen werden 0,117 Mill. M (0,288 i. V.). Die mit 18,444 Mill. M (14,696 i. V.) abschließende Bilanz bewertet Grundstück einschl. Kabel- und Walzwerk mit 0,143 Mill. M (0,140 i. V.), Bankguthaben mit 7,783 Mill. M, Effekten mit 5,006 Mill. M, Kasse, Wechsel usw. mit 0,055 Mill. M (0,070 i. V.), Vorräte mit 2,171 Mill. M (2,335 i. V.); Schuldnern mit 3,285 Mill. M (12,130 i. V.) stehen Gläubiger mit 3,113 Mill. M (2,385 i. V.) gegenüber. -z.

A. G. für Elektrizitätsindustrie, Hamburg[2]). Nach dem Bericht über das 5. Geschäftsjahr 1917/18 betrugen die Einnahmen 0,127 Mill. M (0,111 i. V.) und der Reingewinn 0,104 Mill. M (0,088 i. V.). Hiervon sollen 7% Dividende (6 i. V.) auf 1 Mill. M gezahlt werden.

Kabelfabrik A. G. Pozsony[3]). Nach dem Bericht über das 23. Geschäftsjahr 1917 betrug der Betriebsrohgewinn 3,378 Mill. K (2,855 i. V.) und der Reingewinn einschl. Vortrag 1,492 Mill. K (1,001 i. V.). Hiervon sollen 18% Dividende (15 i. V.) auf 3,8 Mill. K gezahlt werden.

Firmenverzeichnis.

Friedrich Hobein, Elektrizitätsgesellschaft m. b. H., Aplerbeck. Gegenstand: Erwerb und Fortbetrieb des Installationsbureaus Friedrich Hobein, Aplerbeck. Stammkapital: 20 000 M. Geschäftsführer: F. Hobein, Aplerbeck.

Neue Genossenschaften. Stromversorgungsgenossenschaft m. b. H., Bremerhain. — Elektrizitätsverwertungsgenossenschaft m. b. H., Küddowtal. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Giersdorf, Kr. Grottkau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 75). — Elektrizitätsgenossenschaft Neudorf-Dirsdorf m. b. H., Ober-Dirsdorf. — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Zowen (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Sülten, D. A. Stavenhagen (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 20). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Schillersdorf (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Gr. Mokratz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100).

Änderungen in der Verwaltung. Rheinische Elektrowerke A. G., Köln. Aus dem Vorstand geschieden: Direktor G. Jeanjaquet (†).

Auflösungen. Elektrische Licht- und Kraft-Anlagen G. m. b. H., Leipzig.

Verschiedene Nachrichten.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft. Auf den bei dem Generalgouverneur von Polen gestellten Antrag der Gesellschaft ist ihr die Genehmigung zur Gründung einer Polnischen Elektrizitäts-Gesellschaft A. E. G. erteilt worden. Das Aktienkapital wird 1 Mill. M betragen. Zweck der Gesellschaft soll sein Errichtung und Betrieb von elektrischen Anlagen, Verkauf von elektrischen Maschinen, Apparaten und Zubehör, sowie Beteiligung an industriellen und kommerziellen Unternehmungen im Königreich Polen; als Sitz ist Warschau vorgesehen. Die Gründung selbst ist noch nicht erfolgt.

C. Lorenz A. G., Berlin. Die Firma hat nunmehr ihr neues Werk in Berlin-Tempelhof, Lorenzweg (an der Ordensmeisterstraße), bezogen und ihre sämtlichen vorher in Berlin befindlichen Werkstätten an einer Stelle vereinigt.

[1]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1918, S. 20.
[2]) Bericht über 1914/15 vgl. „ETZ" 1915, S. 632.
[3]) Bericht über 1914 vgl. „ETZ" 1915, S. 520.

Abschluß des Heftes: 2. November 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Lehmann in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkestraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 14. November 1918.** **Heft 46.**

Das Schalten großer Gleichstrommotoren ohne Vorschaltwiderstände.

Von W. Linke †, Berlin-Westend.

Übersicht. Es wird das in der „ETZ" 1912, S. 759, 794, 822 empfohlene Verfahren zum Anlassen großer Gleichstrommotoren ohne Anlaßwiderstände einer Kritik unterzogen, und es werden auf Grund der Trettinschen Formeln für den Anlauf und auf Grund von Versuchen die elektrischen Verhältnisse des Stromkreises und die mechanischen Verhältnisse des Antriebes erörtert, die die Möglichkeit des widerstandslosen Einschaltens begrenzen.

Es wird ferner gezeigt, daß man durch einen einstufigen Anlaßwiderstand, der zwischen einem Vor- und dem Hauptkontakt des Schalters liegt, die bei widerstandslosem Einschalten auftretenden Stromstöße sehr stark mildern und auf den Wert des Normalstromes herunterbringen kann. Es wird gezeigt, wie außerordentlich klein dieser einstufige Widerstand werden kann im Verhältnis zum normalen Anlasser und daß dieses Verfahren in bezug auf Raumersparnis und Kosten nahezu dem widerstandslosen Anlassen gleichkommt.

Es ergibt sich ferner, daß dieses Verfahren noch ohne weiteres angewandt werden kann, für Verhältnisse, wo ein widerstandsloses Anlassen längst gänzlich unmöglich geworden ist.

Unter der obigen Überschrift behandelt Herr Trettin in der „ETZ" 1912, S. 759 ff., das Einschalten großer Gleichstrommotoren ohne Vorschaltwiderstände. In dieser Arbeit gibt Herr Trettin durch Lösung der Differentialgleichung des Anlaufes die Anlaufverhältnisse unter Berücksichtigung der Selbstinduktion des Ankers, des GD^2 der zu beschleunigenden Massen, der Widerstände des Kreises und der äußeren Belastung während des Anlaufes. Aus den Resultaten wird der Schluß gezogen, und darin gipfelt die Arbeit, daß es sehr wohl möglich ist, große Nebenschlußmotoren ohne Anlaßwiderstände direkt an die Spannungsquelle zu legen, und daß das diesem Verfahren entgegenstehende Mißtrauen, welches auf der vermeintlichen Kurzschlußgefahr beruhe, theoretisch und praktisch ausreichend widerlegt sei. Die Tatsache nun, daß das Verfahren, das doch offenbar so außerordentliche Vorteile bietet, bisher in der Praxis nur in ganz wenigen Spezialfällen angewandt worden ist, läßt es wohl angebracht erscheinen, das Verfahren einer Kritik zu unterziehen und vor allem die Grenzen festzulegen, in bezug auf die elektrischen Verhältnisse des Stromkreises und auf die mechanischen des Antriebes, bis zu denen das Verfahren überhaupt technisch ausführbar ist.

Wir wollen nun zunächst die von Herrn Trettin selbst in dem oben angegebenen Artikel mitgeteilten Rechnungen und Versuchsergebnisse betrachten. Sicher ist, daß man vor Erscheinen der erwähnten Arbeit wußte, daß der Einschaltstromstoß kleiner als der stationäre Kurzschlußstrom

$$i_k = \frac{E}{R}$$

sein werde, wobei E die Spannung des Kreises und R der gesamte Widerstand, also Widerstand der Stromquelle, der Leitung einschließlich Schaltapparate und des Motors ist. Man wußte auch, daß die Verkleinerung gegenüber dem Grenzwert $\frac{E}{R}$ von der Selbstinduktion, den zu beschleunigenden Massen und dem Nutzdrehmoment abhängig ist; man wußte jedoch allgemein nicht, wieviel diese Verkleinerung betragen würde, bzw. wie nahe sich unter gegebenen Anlaufverhältnissen der tatsächliche Stromstoß dem Werte $\frac{E}{R}$ näherte, und es ist das Verdienst der Trettinschen Arbeit, diese Verhältnisse durch eine eingehende und exakte mathematische Behandlung geklärt zu haben.

Betrachten wir das erste von Herrn Trettin gegebene Zahlenbeispiel. Es wird ein Motor von 215 kW 350 Umdr/min, für normal 240 V, also rd 1100 A direkt an 110 V gelegt. Der totale Widerstand des Kreises ist 0,025 Ω; der stationäre Kurzschlußstrom, der sich beispielsweise bei festgebremstem Anker ergeben würde, wäre also

$$i_k = \frac{110}{0{,}025} = 4400 \text{ Amp.}$$

Durch Rechnung und nahezu übereinstimmend durch das Experiment ergibt sich ein Stromstoß von 3380 A, das ist das 0,77-fache des stationären Kurzschlußstromes.

Alsdann wird dieser Motor plötzlich von der 110 V-Dynamo abgetrennt und an eine 240 V-Dynamo angeschlossen. Es wird also in den Kreis eine Spannung $240 - 110 = 130$ V plötzlich zugeschaltet. Der totale Widerstand des neuen Kreises beträgt 0,04 Ω, der stationäre Kurzschlußstrom würde also sein

$$i_k = \frac{130}{0{,}04} = 3250 \text{ Amp.}$$

Rechnung und Experiment ergeben einen Stromstoß von rd 2800 A, d. i. das 0,86-fache des stationären Kurzschlußstromes. In diesem Falle ist, soweit ersichtlich, der Motor leer angelaufen und war mit einem Reserveanker von etwa gleichem GD^2 gekuppelt. Wir sehen, in diesem verhältnismäßig günstigen Fall bleibt der Stromstoß nur 14 bzw. 23 % hinter dem stationären Kurzschlußstrom zurück, und in allen Fällen also, wo der Motor noch größere Massen zu beschleunigen hat oder irgendwie belastet anläuft, wird der Stromstoß sicher noch weniger hinter dem stationären Kurzschlußstrom zurückbleiben. Wir können also aus diesen Resultaten schon ungefähre Schlüsse ziehen, bis zu welchen Grenzen man Anker direkt an Spannung legen kann. Berücksichtigen wir, daß der Anker des Motors bei seinem normalen Strom einen Spannungsabfall von $1100 \times 0{,}0122 = 13{,}4$ V hat (d. s. bezogen auf 240 V rd 5,6 %, also ein für seine Größe ganz abnormal hoher Spannungsabfall), daß er nur an seine halbe Nennspannung gelegt wurde, und daß der Gesamtwiderstand des Stromkreises das rd 2,1-fache des Ankerwiderstandes betrug, so sehen wird daraus, wie außergewöhnlich günstig bei diesem Beispiel die Verhältnisse für das direkte Einschalten waren.

Bei der heute üblichen Bauart normaler Maschinen beträgt nun aber der Spannungsabfall des Ankers im Mittel

für Maschinen von etwa	50	kW	5 %
„ „ „ „	100	„	3,5 „
„ „ „ „	300	„ rd	2½ „

und geht bei größeren Maschinen bis auf 1,5% und weniger herunter. Wollte man nur den kleinsten der angegebenen Motoren, den 50 kW-Motor direkt an ein sehr starkes Netz anschließen, so würde der stationäre Kurzschlußstrom das rd 20-fache (der Bürstenübergangswiderstand ist hierbei, wie auch in der Arbeit des Herrn Trettin, nicht berücksichtigt, obwohl er eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt) des Normalstromes, und der maximale Stromstoß unter Berücksichtigung ähnlicher Verhältnisse wie im besprochenen Beispiel, das 0,7-fache hiervon, also rd 14-facher Normalstrom sein. Daß es praktisch unmöglich ist, einen solchen Strom zuzulassen, ist wohl schon selbstverständlich und wird auch durch die später wiedergegebenen Aufnahmen bestätigt.

Das zweite, von Herrn Trettin angezogene Beispiel behandelt den Fall, daß derselbe Motor, mit einer Dynamo gekuppelt, plötzlich von 110 auf 240 V übergeschaltet wird, wenn die Dynamo auf Widerstand belastet ist. Der Stromstoß ist in diesem Fall das 0,75-fache des aus den Widerständen berechneten stationären Kurzschlußstromes.

Wir sehen aus den angezogenen Beispielen von wie verhältnismäßig geringem Einfluß die Selbstinduktion des Ankers und die Antriebs- bzw. Belastungsverhältnisse, d. h. die eventuelle Belastung auf die Höhe des momentan auftretenden Stromstoßes sind. Im vorliegenden Falle könnten selbst die extremsten Variationen den Stromstoß nur zwischen 75 und 100% beeinflussen.

Um ein einwandfreies Bild zu erhalten, wann direktes Einschalten von Elektromotoren an Spannung möglich ist und wann nicht, wie die elektrischen Verhältnisse des Stromkreises und die mechanischen Verhältnisse des Antriebes diese Möglichkeit begrenzen, soll durch die nachfolgenden Versuchsergebnisse gezeigt werden.

Als erste Versuchsmaschine diente ein normaler 60 kW-Motor (Dauerleistung) für 440 V und 700 Umdr/min, Dauerstrom also rd 150 A. Die Stundenleistung dieser Maschine liegt etwa 65% höher, so daß der entsprechende Strom rd 250 A beträgt. Bei dem angegebenen Strom erreichen die Temperaturen die durch die Maschinennormalien festgelegten Grenzwerte, d. h. für die angegebenen Daten ist die Maschine voll ausgenutzt. Der Anker- und Hilfspolwiderstand der Maschine im warmen Zustand beträgt rd 0,12 Ω. Die Maschine hat also, bezogen auf Dauerleistung und volle Spannung, einen Ohmschen Spannungsabfall von rd 4%.

Erste Versuchsreihe.

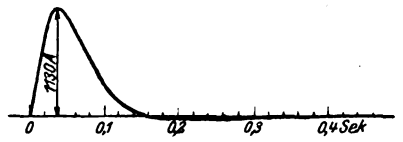
Abhängigkeit des ersten Stromstoßes von der Höhe der Spannung, an die der Motor plötzlich gelegt wird.

Als Dynamo diente eine 1000 kW-Maschine. Der Widerstand der Dynamo war $R_g = 0{,}0032$ und der der Leitungen einschließlich Schalter und Instrumente 0,032 Ω, so daß der totale Widerstand des Kreises R_{tot} 0,155 Ω betrug. Die Dynamo wurde der Reihe nach auf 220, 300, 370 und 440 V erregt und der Versuchsmotor plötzlich eingeschaltet. Der Stromstoß wurde oszillographisch aufgenommen, und dabei wurden die Oszillogramme Abb. 1 bis 4 erhal-

$i_k = 220/0{,}155 = 1420$ A. $i_{max.}/i_k = 772/1420 = 0{,}54$.

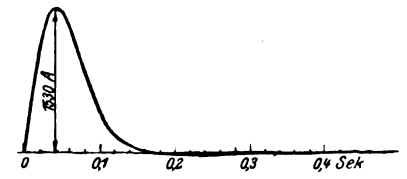
Abb. 1. 60 kW-Motor direkt an 220 V gelegt.

Digitized by Google



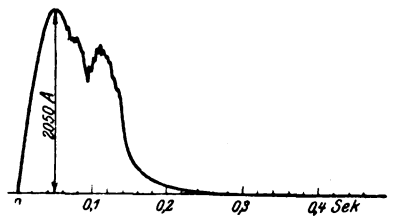
i_k = 300/0,155 = 1940 A. $i_{max.}/i_k$ = 1130/1940 = 0,59.

Abb. 2. 60 kW-Motor direkt an 300 V gelegt.



i_k = 370/0,155 = 2380 A. $i_{max.}/i_k$ = 1530/2380 = 0,65.

Abb. 3. Motor an 370 V gelegt.



i_k = 440/0,155 = 2850 A. $i_{max.}/i_k$ = 2050/2850 = 0,72.

Abb. 4. Motor an 440 V gelegt.

ten. Der jeweilige Kurzschlußstrom $i_k = \frac{E}{R_{tot}}$ (also ohne Berücksichtigung des Bürstenübergangswiderstandes) ist bei jedem Oszillogramm angegeben, desgleichen der maximale Stromstoß $i_{max.}$ und das Verhältnis $i_{max.}/i_k$.

In Abb. 5 ist der maximale Stromstoß,

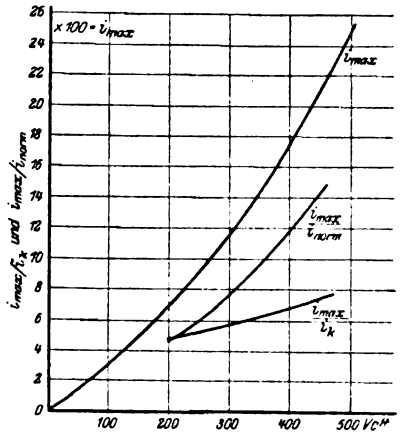


Abb. 5.

sein Verhältnis zum Normalstrom und zum stationären Kurzschlußstrom wiedergegeben in Abhängigkeit von der Einschaltspannung.

Bezüglich der Kommutierung beim Stromstoß ist folgendes zu sagen:

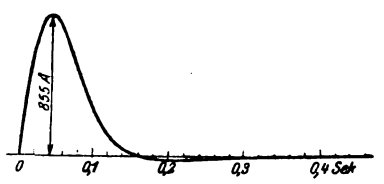
Beim Anlegen an 220 V (5-facher normaler Dauerstrom) war der Anlauf gänzlich funkenfrei; bei 300 V (7,5-facher normaler Dauerstrom) zeigten sich leichte Funken, die jedoch für den Kommutator selbst bei Dauerbetrieb nicht schädlich geworden wären. Bei 370 V (10-facher normaler Dauerstrom) war das Bürstenfeuer recht lebhaft; ein wiederholtes Schalten wäre nicht zulässig gewesen. Bei 440 V (rd 14-facher normaler Dauerstrom) schlug die Maschine direkt über. Ein Anlegen einer normalen Maschine an ihre normale Spannung ist also, wenn der Widerstand der Zuleitung oder des Stromerzeugers nicht abnorm groß ist, gänzlich unmöglich.

Zweite Versuchsreihe.

Einfluß der zu beschleunigenden Massen und äußerer Belastungen auf den Stromstoß.

Bei dieser Versuchsreihe wurde die Maschine jeweils plötzlich an ihre halbe Spannung (220 V) gelegt. Wie schon gesagt, war beim plötzlichen Einschalten des leerlaufenden Motors an diese Spannung ein Bürstenfeuer überhaupt nicht zu konstatieren. Um gleichzeitig den Einfluß des Leitungswiderstandes festzulegen, wurde dieser gegenüber der ersten Reihe wesentlich verringert, u. zw. betrug der Widerstand der Dynamo einschließlich Leitungen, Schalter usw. rd 0,01 Ω, also weniger als 10% des Motorwiderstandes.

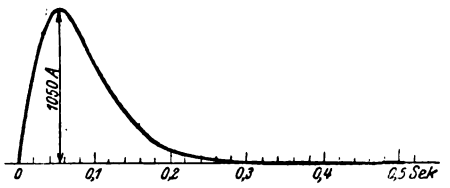
Das Oszillogramm Abb. 6 gibt den Anlaufstrom des leerlaufenden Motors. Der Stromstoß ist hier rd 855 A, also nur rd 10% höher, als im Oszillogramm Abb. 1, bei einer Verringerung des totalen Widerstandes des Kreises um rd 20%. Dabei ist zu berücksichtigen, daß im zweiten Falle der Widerstand der Leitungen und der Dynamo zusammen so klein waren, wie er in den meisten Fällen kaum sein wird.



i_k = 220/0,130 = 1700 A. $i_{max.}/i_k$ = 855/1700 = ∾ 0,5.

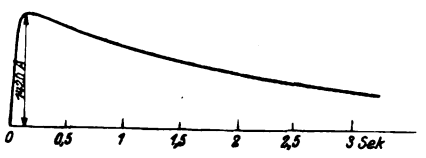
Abb. 6. 60 kW-Motor an 220 V gelegt.

Es wurde dann der Motor mit einem ganz gleichen Motor gekuppelt, so daß das GD^2 des Ankers verdoppelt wurde, und der Motor unter den gleichen Verhältnissen eingeschaltet (Oszillogramm Abb. 7). Der Stromstoß stieg dabei auf 1050 A, also um rd 25% gegenüber dem Einschalten des leerlaufenden Ankers. Alsdann wurde der Motor mit einem sehr großen Versuchs-Rotationskörper, dessen GD^2 rd 1500 kgm² betrug, gekuppelt, d. i. ungefähr das 50-fache des eigenen GD^2 des Ankers, und unter den gleichen Verhältnissen eingeschaltet (Oszillogramm Abb. 8). Der Stromstoß steigt auf 1420 A, das rd 0,85-fache des stationären Kurzschlußstromes. Bei diesem außerordentlich langsamen Anlauf hätte man vielleicht erwarten sollen, daß der Stromstoß sich noch mehr dem stationären Kurzschlußstrom nähere. Der Umstand, daß er doch noch um rd 15% dahinter zurückbleibt, ist sehr wahrscheinlich auf den sehr hohen Übergangswiderstand der Bürsten zurückzuführen, denn bei dem hohen Stromstoß von 1420 A trat ein außerordentlich lebhaftes Bürstenfeuer auf, so daß die Bürstenspannung sicher mehrere Volt betragen hat. Auch beim Stromstoß, Oszillogramm Abb. 7, trat schon ein leichtes Bürstenfeuer auf, daß jedoch für den Motor noch nicht schädlich gewesen wäre. Es war übrigens etwa genau so stark wie beim Einschalten nach Oszillogramm Abb. 2. Das Bürstenfeuer beim Einschalten nach Oszillogramm Abb. 8 wäre für die Praxis gänzlich unzulässig gewesen. Es sei noch bemerkt, daß das Bürstenfeuer bei Aufnahme des Oszillogramms Abb. 3 etwa genau so stark beobachtet wurde, wie bei Aufnahme des Oszillogramms Abb. 8, nur entsprechend kürzere Zeit dauerte.



i_k = 1700 A. $i_{max.}/i_k$ = 1050/1700 = 0,61.

Abb. 7. 60 kW-Motor an 220 V gelegt, gekuppelt mit Anker dessen GD^2 = dem des eigenen Ankers.



i_k = 1700 A. $i_{max.}/i_k$ = 1420/1700 = 0,85.

Abb. 8. 60 kW-Motor an 220 V gelegt, gekuppelt mit Rotatationskörper mit 50-fachem GD^2 des Ankers.

Aus den Oszillogrammen Abb. 6, 7 und 8 geht hervor, daß der erste Stromstoß beim plötzlichen Einschalten, sowohl was seine Größe, wie seine Dauer anbetrifft, wesentlich von der Größe des zu beschleunigenden GD^2 abhängt, und daß, wenn ein Einschalten mit kleinem GD^2 noch praktisch ohne weiteres möglich ist, das Einschalten an dieselbe Spannung bei größerem GD^2 nicht mehr zulässig sein kann.

Die nächsten drei Oszillogramme sollen Aufschluß geben über den Einfluß einer Belastung, d. h. sie sollen die Abhängigkeit des ersten Stromstoßes von einem von der Welle des Motors abgegebenen Nutzdrehmoment bei gleichem GD^2 zeigen. Zu dem Zwecke war der Motor mit einer genau gleichen Maschine gekuppelt, die als fremd erregte Dynamo an einen konstanten Widerstand arbeitet. Das von der Welle abgegebene Nutzdrehmoment ist also während des Anlaufes gegeben durch die Beziehung $M = C \cdot \omega$, d. h., es ist bei Stillstand 0 und nimmt proportional der Winkelgeschwindigkeit ω zu.

Das Oszillogramm Abb. 9 gibt den Einschaltstrom bei gänzlich unbelasteter Dynamo, also Leerlauf des Aggregates.

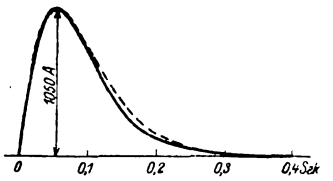


Abb. 9. Einschalten einer 60 kW-Motordynamo. (Dynamo unbelastet.)

Oszillogramm Abb. 10 gibt den Einschaltstrom, wenn die Belastung so hoch ist, daß der Motor nach Erreichen seiner stationären Drehzahl ein nutzbares Drehmoment von $^1/_3$ des der normalen Dauerleistung entsprechenden Drehmomentes abgibt.

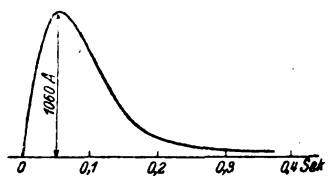


Abb. 10. Einschalten der 60 kW-Motordynamo. Der Motor entsprechend $^1/_3$ seines Normaldrehmomentes belastet.

Oszillogramm Abb. 11 gibt den Einschaltstrom, wenn die Einstellung derart ist, daß der Motor bei stationär gewordener Drehzahl ein Drehmoment von $^5/_6$ des normalen, der Dauerlast entsprechenden Drehmomentes entwickelt. Die Oszillogramme zeigen, daß ein merklicher Einfluß der Nutzbelastung weder auf die Höhe des Stromes, noch auf seine Dauer vorhanden ist. Die theoretische Verfolgung dieser Vorgänge führt denn auch zu demselben Resultat. So wurde zum Beispiel der Verlauf des Einschaltstromes nach der Entwicklung des Herrn Trettin konstruiert für die Oszillogramme Abb. 9 und 11. Die berechneten Kurven (unter Annahme eines Bürstenübergangswiderstandes von 0,015 Ω für vier Bürsten) sind in den Abb. 9 und 11 gestrichelt eingezeichnet.

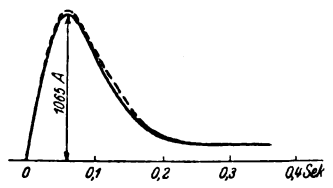


Abb. 11. Einschalten der 60 kW-Motordynamo. Der Motor entsprechend $^5/_6$ seines Normaldrehmomentes belastet.

Übrigens zeigt auch folgende einfache Überlegung den geringen, praktisch verschwindenden Einfluß der äußeren Belastung: Das entwickelte Drehmoment ist, Rückwirkung des

Digitized by Google

Ankerstromes auf das Feld vernachlässigt, proportional dem Ankerstrom. Nach Oszillogramm Abb. 9 ist der Stromstoß rd 1000 A. Bei Oszillogramm Abb. 11 ist der Ankerstrom nach Erreichung der stationären Drehzahl rd 125 A, der dem Nutzmoment entsprechende also vielleicht 100 A. Zur Zeit des Strommaximums, wo $i_{max}/i_k = 0{,}63$ ist, kann aber die Drehzahl im äußersten Falle nur 0,87 der stationären sein, das Nutzmoment also auch nur 0,87 des stationären und der ihm entsprechende Strom nur $0{,}87 \times 100 = 87$ A, d. s. also im ungünstigsten Falle 3,7% des ohnehin auftretenden Stromstoßes. Nach den Oszillogrammen Abb. 9 bis 11 ergibt sich ein noch geringerer Unterschied als nach dieser Rechnung.

Um den geringen, praktisch verschwindenden Einfluß eines mäßigen Nutzmomentes, das mit irgend einer ganzen Potenz von ω wächst, auf den Einschaltstromstoß noch an einem anderen Beispiel zu zeigen, wurde für den von Herrn Trettin behandelten Fall, „ETZ" 1912, S. 762, 2. Beispiel, nach dessen eigener Ableitung, der Verlauf des Einschaltstromes konstruiert, einmal für gänzlich unbelastete, mit dem Hauptmotor gekuppelte Dynamo, das andere Mal für derart belastete Dynamo, daß das bei stationär gewordener Drehzahl abgegebene Drehmoment ¼ des normalen betragen hätte. Die sich ergebenden Kurven sind in Abb. 12 wiedergegeben. Auch

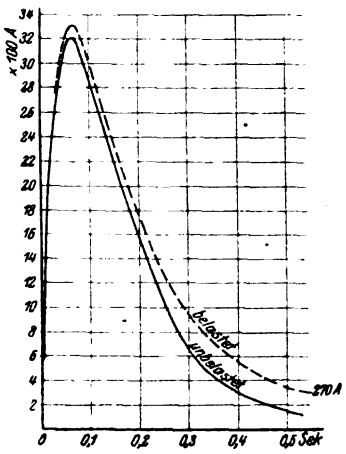


Abb. 12.

hieraus geht hervor, daß der Einfluß eines ω proportionalen Nutzdrehmomentes auf den Einschaltstromstoß praktisch verschwindend ist.

(Schluß folgt.)

Nullvoltmeter mit hoher Anfangsempfindlichkeit.

Von Dr.-Ing. Gg. Keinath, Charlottenburg.

Übersicht. Ersetzt man den üblichen konstanten Widerstand eines Voltmeters durch eine Metallfadenlampe, so erhält man Voltmeter mit sehr weiter Anfangsteilung, die sich besonders als Nullvoltmeter eignen.

Es wurde bisher als ein unvermeidlicher Nachteil aller Wechselstromvoltmeter angesehen, daß die Skalenteilung, wenn auch nicht in ihrem ganzen Verlauf, so doch an ihrem Anfang quadratischen Charakter hat. Es fehlte nicht an den verschiedensten Versuchen, diesem Übelstand abzuhelfen. Als entsprechende Maßnahmen wurden angewandt: Veränderung der Richtkraft und Veränderung der elektromagnetischen Wirkung mit dem Ausschlag. Es ist auf diese Weise gelungen, Instrumente herzustellen, die von $^1/_{10}$ des Skalenendwertes ab lineare Teilung aufweisen. Der dem ersten Zehntel entsprechende Skalenwinkel ist aber immer sehr klein, nur 2 bis 3% der gesamten Skalenlänge.

Bei Nullvoltmetern für Synchronisierung in Dunkelschaltung ist die Erzielung weiter, im besonderen linear von Null ausgehender Anfangsteilung sehr wichtig[1]). Man half sich bisher damit, daß man die Anfangsteilung in der Weise auseinanderzog, daß man den Endausschlag nicht bei der maximal auftretenden Spannung, sondern bei einem Bruchteil davon ($^1/_2$ oder $^1/_3$) eintreten ließ. Damit wird zwar die Anfangsteilung zwei- oder dreimal so weit, das Synchronisieren wird aber dadurch wieder erschwert, daß der Zeiger längere Zeit am oberen Anschlag liegt und nicht dauernd die Richtung seiner Bewegung erkennen läßt, ein Nachteil, der besonders bei unruhig laufenden Gasmaschinen bemerkt wird.

In sehr einfacher Weise läßt sich bei Voltmetern große Anfangsteilung dadurch erzielen, daß man den üblichen Vorschaltwiderstand, der durchweg aus Widerstandsdraht mit vernachlässigbar kleinem Temperaturkoeffizienten besteht, ersetzt durch einen Widerstand, der seinen Wert eindeutig mit der Spannung ändert, in der Weise, daß der Widerstand bei kleinen Spannungen möglichst nahezu Null ist und mit zunehmender Spannung ansteigt. In praktisch vollendet durchgebildeter Form besitzen wir solche Widerstände in den Metalldrahtlampen. Ihr Widerstand nimmt bekanntlich vom kalten zum warmen Zustand um etwa den zehnfachen Betrag des Anfangswertes zu. Etwas verschieden in ihrem Verhalten sind Gaslampen („Halbwattlampen") und Vakuumlampen. Bei ersteren ist einmal die absolute Widerstandszunahme entsprechend der höheren Endtemperatur etwas größer (rd 12-fach gegen 10-fach), zum anderen ist infolge anderer Wärmeabfuhrverhältnisse die Zunahme des Widerstandes bei kleinen Spannungen zunächst eine geringere, um dann wieder rascher anzusteigen. In Abb. 1 ist die

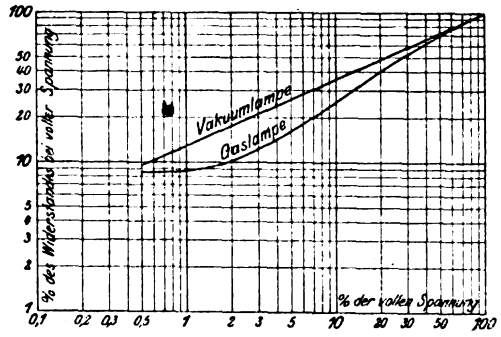
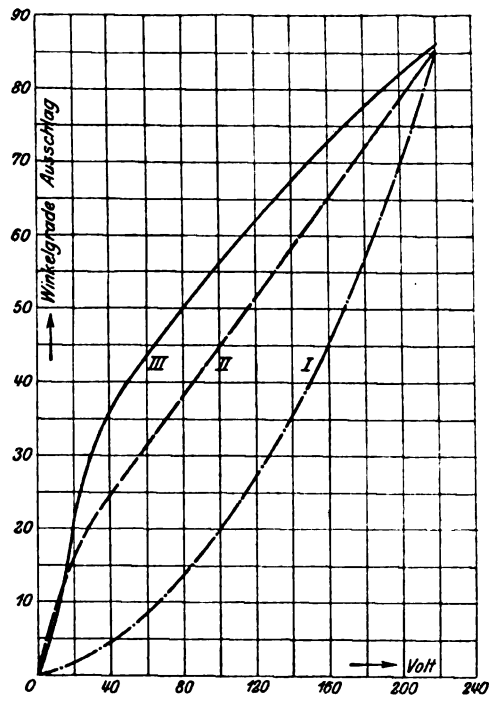


Abb. 1. Widerstandsänderung von Metalldraht-Glühlampen als Funktion der Spannung.

Zunahme des Widerstandes einer normalen Vakuum-Wotanlampe und einer Wotan-„G"-Lampe in Prozenten der Maximalspannung und des Maximalwiderstandes in logarithmischem Koordinatensystem graphisch dargestellt. Wie ersichtlich, hat bei gleichem Höchstwiderstand die Gaslampe bei 1 bis 10% der Höchstspannung wesentlich kleineren (nahezu halben) Widerstand als die Vakuumlampe. Bei letzterer erfolgt die Widerstandszunahme ziemlich gleichmäßig mit der 0,55 bis 0,60sten Potenz der Spannung, ohne daß bei den kleinsten, gemessenen Werten (0,5 und 1,0%) eine wesentliche Abweichung von diesem Gesetz beobachtet wurde.

Benutzt man nun eine solche Lampe als Vorschaltwiderstand eines Voltmeters, so ist augenscheinlich, daß die Anfangsteilung ganz bedeutend verbessert wird, u. zw. in um so höherem Grade, als der Instrumentwiderstand gegen den Lampenwiderstand zu vernachlässigen ist. Am günstigsten wirkt demnach die Lampe bei Hitzdrahtvoltmetern. Dagegen kann bei Dreheiseninstrumenten von vornherein durch entsprechende Kerngestaltung die Skala im Anfang günstiger beeinflußt werden. In Abb. 2 zeigt Kurve I die Eichkurve eines normalen Hitzdrahtvoltmeters mit konstantem Vorschaltwiderstand, II dasselbe Instrument mit vorgeschalteter Wotan-„G"-Lampe 220 V, 60 W. Die Anfangsteilung ist rd 10-mal größer als vorher, die Skala ist von Null ab linear, weil der immer quadratisch verlaufende Anfang so klein geworden ist, daß er innerhalb

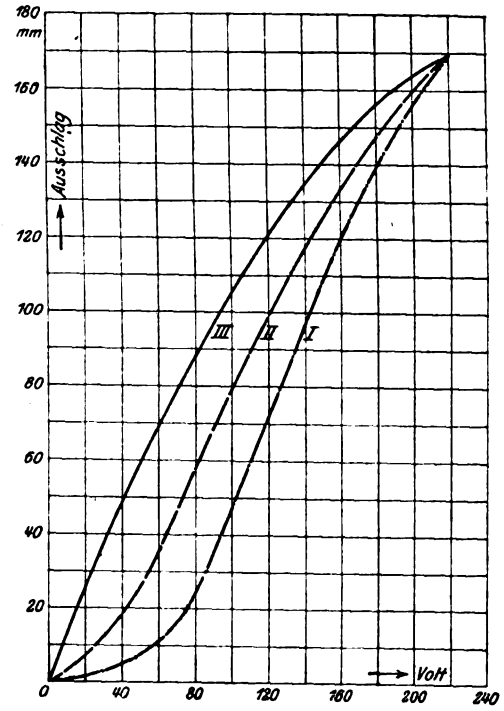


I Hitzdrahtvoltmeter, Hitzdrahtwiderstand. 6 Ω, mit festem Vorschaltwiderstand.
II desgl. mit Wotan-G-Lampe 220 V, 60 W.
III Dreheisenvoltmeter, Spulenwiderstand 30 Ω, mit Wotan-G-Lampe 220 V, 60 W.

Abb. 2.

des ersten Teilstriches zu liegen kommt und nicht mehr bemerkt wird. Kurve III zeigt im gleichen Maßstab die Eichkurve eines Dreheiseninstrumentes gleichfalls mit Wotan-„G"-Lampe.

Der Unterschied zwischen Vakuum- und „G"-Lampe geht auch aus Abb. 3 hervor, die



Flachprofil-Spannungsanzeiger mit Dreheisensystem, Spulenwiderstand 19 Ω,
I mit konstantem Vorschaltwiderstand,
II mit Vakuumlampe 220 V, 50 HK,
III mit Wotan-G-Lampe 210 V, 60 W.

Abb. 3.

Eichkurven eines Flachprofil-Spannungszeigers mit konstantem Vorschaltwiderstand, einer normalen Lampe 220 V, 50 Kerzen und einer „G"-Lampe 220 V, 60 W zeigend. Die Anfangsteilung ist bei Verwendung der „G"-Lampe 3-mal so groß.

[1]) Vgl. Styff, „ETZ" 1917, S. 461.

Digitized by Google

Abb. 4 zeigt ein als Nullvoltmeter ausgeführtes rundes Instrument, bei dem die 10 Teilstriche zehn gleichen Spannungsintervallen entsprechen. Mit einem derartigen Nullvoltmeter läßt sich die Phasengleichheit auch

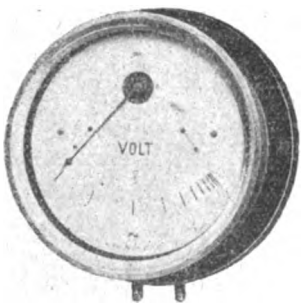


Abb. 4. Nullvoltmeter.

auf größere Entfernung mit außerordentlich hoher Genauigkeit feststellen, ein Fehlschalten ist kaum möglich. Bei einem Instrumentdurchmesser von 225 mm entspricht am Nullpunkt ein Ausschlag von 2,5 mm rd 1% der Höchstspannung oder rd 1,2 Winkelgraden.

Mit entsprechender Minimalkontakteinrichtung versehen, wird ein solches Nullvoltmeter bereits seit längerer Zeit von einem großen Hüttenwerk Südwestdeutschlands zur automatischen Parallelschaltung von Turbogeneratoren und Gasmaschinen verwendet.

Eisendrahtlampen sind als Vorschaltwiderstände nicht geeignet, weil sie nur die Anfangsteilung sehr weit auseinanderziehen, dann aber mit steigender Spannung auf konstante Stromstärke regulieren, so daß der Zeiger die Änderung der Spannung nicht mehr angibt.

Von wesentlicher Bedeutung ist bei einem Nullvoltmeter die Zeigerdämpfung. Ist diese zu schwach, so kann das Überschwingen des Zeigers gegen Null zu zum falschen Schalten Anlaß geben. Am besten ist die Dämpfung genau aperiodisch, sie kann indessen auch ohne Schaden kriechend sein, weil dann schlimmstenfalls die Parallelschaltung nur etwas mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Es wird der Einwand gemacht werden, daß die Verwendung von Lampen die Genauigkeit herabsetzt und daß vielleicht zu oft Ersatz nötig ist. Hierzu sei bemerkt, daß für die eigentliche Verwendung als Nullvoltmeter die Absolutgenauigkeit von untergeordneter Bedeutung ist. Immerhin können ohne erheblichen Fehler defekt gewordene Lampen gegen solche der gleichen Type ausgewechselt werden, ohne daß eine Neueichung nötig wäre, da alle Lampen einer Type auf etwa 2% gleichen Widerstand haben. Als Grund des Defektwerdens wird im wesentlichen nur die Zertrümmerung der Lampe in Frage kommen, ein Durchbrennen ist ausgeschlossen, weil die Lampe nur sekundenlang mit der Nennspannung gebrannt wird. Kommt für besondere Zwecke Dauereinschaltung in Frage, so wählt man eine Lampe für eine um 10% höhere Spannung.

Für besondere Zwecke, z. B. beim Synchronisiervoltmeter für Hellschaltung kann noch die Kombination einer Metallfadenlampe mit einer Kohlefadenlampe Vorteil bieten, doch würde es zu weit führen, alle Möglichkeiten hier aufzuzählen.

Instrumente mit Glühlampen als skalenbeeinflussender Vorschaltwiderstand sind der Siemens & Halske A. G. geschützt und werden von dieser hergestellt.

Über Cellonlack-Isolierung.

Wie bereits auf Seite 316 der „ETZ“ 1918 mitgeteilt, hat sich die Kriegsrohstoff-Abteilung des Kriegsamts mit der Frage der Vereinheitlichung der Öl-Isolierlacke beschäftigt, und es ist auf die Ursachen der in letzter Zeit häufiger beobachteten Isolationsfehler bei Öllackisolierungen hingewiesen worden. Neuerdings hat die gleiche Stelle auch den Erfahrungen hinsichtlich der Anwendung von Cellonlacken ihre Aufmerksamkeit zugewendet und dabei durch Umfrage bei maßgebenden Firmen festgestellt, daß teils günstige, teils ungünstige Erfahrungen vorliegen. Da sich die Berichte einzelner Firmen in einigen Punkten geradezu widersprechen, so muß angenommen werden, daß die Mißerfolge auf die Verwendung für den besonderen Fall ungeeigneter Lacksorten oder auf ungenügende Beachtung der Anwendungsvorschriften zurückzuführen sind. Wir haben daher die Hersteller der Cellonlacke, das Cellon-Laroratorium Dr. Arthur Eichengrün, Charlottenburg, veranlaßt, ihre Erfahrungen bekanntzugeben und sich insbesondere auch über die Mißerfolge und deren Ursachen zu äußern. Diesen Bericht lassen wir nunmehr folgen. Die Schriftleitung.

Während es sich bei den meisten „Ersatzmaterialien“ um den vollständigen oder teilweisen Ersatz hochwertiger Isolationsmaterialien durch geringwertige handelt, wie beispielsweise des Leinöls durch andere Ölsorten, des Terpentinöls durch Naphtha, der Kopale durch Kunstharze und Kumaronharze, des Wachses durch Mineralfette usw., bilden die Cellonlacke keinen eigentlichen „Ersatz“ der Öllacke, sondern ein neues, hochwertiges Isoliermaterial von besonderen Eigenschaften. Sie treten an Stelle des Gummis, der Seide, des Wachses, des Ölleinens und auch der Öllacke. Dies aber naturgemäß nur unter bestimmten Bedingungen und unter Innehaltung der ihren Eigenschaften angepaßten Arbeitsvorschriften, vor allem aber auch nur bei Anwendung der richtigen Cellonlack-Sorten, welche untereinander in ihren Eigenschaften, insbesondere in ihrem Isolationsvermögen und ihrer Imprägnierfähigkeit durchaus verschieden sind.

Dies wird leicht verständlich, wenn man berücksichtigt, daß die Öl-Isolierlacke durchweg aus trocknenden, d. h. oxydationsfähigen Ölen bestehen, welche an sich keine Schichten bilden, sondern von ihrer Unterlage, insbesondere den Umspinnungen und Umwicklungen aufgesogen und festgehalten werden und dann erst durch Einwirkung von Luftsauerstoff und Wärme in das eigentliche Isoliermaterial, das Linoxyn, umgewandelt werden.

Die Cellon-Isolierlacke hingegen sind Lösungen des bekanntlich ein festes Isoliermaterial bildenden Cellons[1]), eines dem Zelluloid ähnlichen, von ihm jedoch chemisch vollkommen verschiedenen, nicht oder kaum brennbaren, plastischen Materials in einem leicht flüchtigen Lösungsmittel. Sie erzeugen beim Verdunsten des letzteren sofort, also im Gegensatz zu den Öllacken ohne Ofentrocknung und Luftoxydation eine zusammenhängende, filmartige Cellonschicht, welche auch ohne Anwesenheit einer Umspinnung oder Umwicklung die Apparaten- oder Leitungsteile fest umschließt, gewissermaßen um diese ein in sich geschlossenes Cellonrohr bildet und infolge ihrer großen mechanischen Festigkeit nicht nur als Isolation, sondern auch als Schutzschicht gegen äußere Verletzungen, wie gegen Einfluß von Feuchtigkeit, Gasen, Atmosphärilien und auch chemischen Agentien dient. Infolgedessen sind die gegebenen Anwendungsgebiete der Cellon-Isolierlacke folgende:

1. Erzeugung schützender Überzüge an Leitungsteilen, wie insbesondere an Hochspannungs-Freileitungen aus Eisen oder Aluminium, Kupferleitungen, an Schaltanlagen, Sammelschienen;
2. Isolierung von Schwachstromleitungen, Endverschlüssen der Schwachstromkabel, Spulen von Schwachstromapparaten usw.;
3. Herstellung von Schutzhüllen an Maschinenteilen an Stelle der Umwicklung mit Isolierleinen oder Seide, insbesondere der Schutz von Ankerköpfen, von Endverschlüssen, der Verbindungsstellen von Starkstromleitungen; [2])
4. Bildung von hartgummiartigen, isolierenden Schichten auf Holz- oder Metallteilen von Geräten und Apparaten, wie Griffen, Hebeln, Zangen, Fahrwalzen, Fingerrahmen, Handrädern usw., also Gebieten, bei welchen das Entstehen eines hartgummiartigen Films oder einer weichgummiartigen Röhre wünschenswert ist.

Zu diesen Zwecken eignen sich im Prinzip alle Cellonlacke, jedoch sind einwandfreie Resultate nur bei Anwendung der richtigen Cellonlack-Sorten und der jeder Sorte entsprechenden Arbeitsweise zu erzielen.[1])

Die Cellonlacke unterscheiden sich nämlich in bezug auf ihr Verhalten bei der Verarbeitung und auf die Eigenschaften der von ihnen erzeugten Schichten durchaus voneinander.

1. Unterschiede in bezug auf Viskosität und Konzentration.

Es gibt:

a) dünnflüssige, leicht mit dem Pinsel aufzutragende Cellonlacke, die sehr schnell, d. h. in ein bis drei Stunden trocknen. Es sind dies die normalen Cellonlacke und die Cellon-Isolierlacke, welche Schichten von etwa 0,1 mm Stärke erzeugen.

b) Cellon-Spritzlacke, welche sehr dünnflüssig sind und mit dem Zerstäuber aufgetragen werden, sich aber für Pinselauftrag nicht eignen.

c) Cellon-Tauchlacke, hochkonzentrierte, dickflüssige Lacke, in welche Gegenstände eingetaucht oder mit welchen solche übergossen werden zur Erzielung von ½ bis 1 mm starken oder stärkeren Cellonschichten. (Diese Cellon-Tauchlacke sind nicht für das Ankertauchverfahren in der Art der Öl-Tauchlacke geeignet!)

d) Cellon-Imprägnierlacke; leichtflüssige, in die Wicklungen und Gewebe leicht eindringende Lösungen, die sich unter besonderen Voraussetzungen (siehe nachstehend) an Stelle der Öllacke für das Tauchverfahren eignen.

e) dickflüssige Cellon-Grundierlacke, welche sowohl mit dem Pinsel gestrichen als auch durch Eintauchen, Aufgießen oder Hindurchführen der Leitungsteile aufgetragen werden können, und welche teils als Rostschutz, teils zur Erhöhung des Haftungsvermögens der eigentlichen Cellon-Isolierlacke dienen.

f) dickflüssige, syrup- oder gummiartige Cellonpasten, welche mit der Hereading-Maschine oder mit dem Spachtel aufgetragen werden, für elektrotechnische Zwecke aber kaum in Frage kommen.

g) Cellonkitte, glaserkittartige, zu einer harten, schneidbaren Masse erstarrende Cellonpräparate zur Ausfüllung von Hohlräumen und Erzeugung zentimeterdicker, isolierender Umkleidungen.

Ebenso groß wie diese Unterschiede in der Konsistenz der Cellonlacke, aus denen ohne weiteres hervorgeht, daß nicht jeder Cellonlack für jedes Anwendungsgebiet und jedes Fabrikationsverfahren geeignet ist, sind die Unterschiede der beim Trocknen der Lacke entstehenden Cellonschichten.

2. Unterschied in bezug auf Härte und Isolationsvermögen.

Ebenso wie das feste Cellon in Platten als Hartcellon von geringerer Biegsamkeit, großer Oberflächenhärte und hohem Isolationsvermögen oder als Normalcellon etwa von den Eigenschaften des Zelluloids oder als Weichcellon etwa in der Biegsamkeit des Leders geliefert wird, ergeben die Cellonlacke Schichten in diesen gleichen Härtegraden, außerdem aber auch noch wesentlich weichere Cellonschichten etwa in der Härte bzw. dem Weichheitsgrade der Guttapercha. Je härter die Cellonschichten sind, desto geringer ist ihre Biegsamkeit, desto höher aber ihr Isolationsvermögen, ihre mechanische Festigkeit, ihre Widerstandsfähigkeit gegen Wasser und Agentien aller Art; je weicher die Schichten sind, desto geringer ist ihr Isolationsvermögen und ihre Widerstandsfähigkeit, desto größer aber die Zähigkeit und Biegsamkeit und desto größer auch ihr Imprägniervermögen. Die harten Cellonlösungen haben eine hohe Oberflächenspannung und bilden deshalb Schichten auf der Oberfläche der Umwicklung oder Umspinnung, die weichen Cellonlacke imprägnieren die letzteren in der Art der Öllacke, besitzen aber nicht deren gutes Isolationsvermögen. Aus diesem Grunde ist in den meisten Fällen eine Anwendung von harten und weichen Lacken neben- bzw. übereinander, die letzteren zur Erzeugung von Zähigkit, Biegsamkeit und Imprägnierung, die ersteren zur Erzielung von mechanischer Festigkeit und Isolationsvermögen notwendig, d. h. es wird die weiche Cellonschicht durch Überlackierung mit einem harten Cellonlack geschützt.

[1]) Über Cellon vgl. auch „ETZ“ 1916, S. 109; 1918, S. 308.
[2]) Vgl. „ETZ“ 1918, S. 448.

[1]) Zur Erleichterung der Auswahl der richtigen Cellonlack-Sorten werden seitens des Cellon-Laboratoriums zweckentsprechende Fragebogen zur Verfügung gestellt.

Digitized by Google

3. Unterschiede in bezug auf das Haftungsvermögen.

Sämtliche Cellonlacke haften gut auf Geweben, Gespinsten, Papier und rauhen Holzflächen, dagegen weniger gut auf Metall, Stein, Beton usw. In Fällen, in welchen nicht eine vollkommene Umschließung der Metallteile stattfindet, wobei sich das Cellonrohr um den Metallteil (Draht) fest zusammenzieht und hierdurch genügend haftet, ist ein Vorstrich mit einem Cellon-Grundierlack, u. zw. besonders mit dem Cellon-Rostschutzlack für Eisen unbedingt nötig, auf welchen dann der eigentliche Isolierlack aufgetragen wird.

4. Unterschiede in bezug auf die Färbung.

Die Cellonlacke sind an sich vollkommen farblos und geben farblose durchsichtige Schichten. Sie können jedoch in beliebige Färbung sowohl durchsichtig (z. B. Glühlampen-Tauchlacke), wie auch undurchsichtig (deckend) geliefert werden (z. B. farbige Sammelschienenlacke). Die farbigen Decklacke trocknen sämtlich matt auf, und werden erst durch Nachlackierung mit einem farblosen Lack glänzend. Schwarze Cellonlacke werden sowohl schwarz glänzend wie schwarz matt geliefert, die letzteren haften auch ohne Grundierlack gut auf Metall und kommen als Schutzlacke und Überzugslacke für Motoren hauptsächlich in Frage.

5. Unterschiede im Verhalten gegen Metalle.

Die Cellonlacke greifen im allgemeinen Metalle nicht nur nicht an, sondern schützen sie vor Oxydation, Rostbildung, Grünspanbildung usw. Da jedoch die jetzt zugänglichen Lösungsmittel nicht den früheren Reinheitsgrad besitzen und manche derselben nicht frei von organischen Säuren sind, ist es zweckmäßig, für blanke Kupferteile, insbesondere dünne Kupferdrähte, nur den völlig neutralen Cellon-Drahtlack zu benutzen, welcher grünspanhindernd wirkt, sowie für der Feuchtigkeit ausgesetzte Eisenteile stets Cellon-Rostschutzlack unter Nachlackierung mit farbigem oder farblosem Cellon-Isolierlack. Eine Ausnahme macht Elektronmetall, für welches sich nur ein besonders ausgearbeiteter Cellon-Elektronlack eignet.

6. Unterschiede in bezug auf die Wärmebeständigkeit.

Die Wärmebeständigkeit der Cellonlacke hängt ebenso wie ihr Isolationsvermögen von dem Härtegrade ab. Die Cellon-Hartlacke geben Schichten, welche sich erst gegen 200° zu verändern beginnen, normale Cellonlacke solche, die gegen 120 bis 130°, weiche Cellonlacke dagegen solche, welche schon bei 70 bis 80° plastisch werden.

Im allgemeinen reichen die normalen Cellon-Isolierlacke für alle Zwecke aus, sie müssen nur nach den jeweiligen Umständen mit anderen Cellonlacken kombiniert werden, insbesondere muß in vielen Fällen eine Vorbehandlung mit einem Grundierlack oder eine Vorimprägnierung mit einem dünnflüssigen, harten oder weichen Imprägnierlack erfolgen, ehe der eigentliche Cellon-Isolierlack aufgetragen wird. Unerläßlich ist diese Vorbehandlung mit Grundierlack bei blanken, beweglichen Leitungsteilen, da sonst ein Abblättern des Isolierlackes erfolgt. Unerläßlich zum Erfolge ist auch die Innehaltung der gegebenen Vorschriften, daß die Grundierlacke und Rostschutzlacke vor der Benutzung gut aufgerührt werden, daß die Lacke nicht auf nasse oder gar fettige oder ölige Gegenstände aufgetragen, daß sie nicht auf frische Öllack-, Asphaltlack- oder Schellackschichten aufgestrichen, daß sie nicht mit anderen Stoffen wie Teeröl, Paraffin vermischt, mit Lösungsmitteln verdünnt oder mit irgendwelchen Erdfarbstoffen vermengt werden. Wenn diese und ähnliche Verstöße gegen die gegebenen Arbeitsvorschriften, wie beispielsweise auch das Trocknen bei 150 oder gar 200° statt bei gewöhnlicher Temperatur vermieden werden, ist die Cellonierung für die oben genannten Gebiete eine zuverlässige und ohne Schwierigkeiten auszuführende Isoliermethode.

Anders ist es allerdings für das augenblicklich wichtigste, weil ölsparende Verwendungsgebiet, die Isolation von Wicklungen bei Dynamomaschinen und Elektromotoren, da sich, wie aus vorstehendem leicht erklärlich, ein Tränken im Vakuum, insbesondere mit einem harten und dickflüssigen Cellonlack nicht leicht ausführen läßt. Es liegt die Gefahr nahe, daß der Cellonlack nicht vollkommen in die untersten Lagen durchdringt, daß die Imprägnierung keine gleichmäßige wird, insofern sich der Lack beim Trocknen auf die Oberfläche zurückzieht und daß — durch Bildung einer geschlossenen Cellonschicht zwischen den oberen Lagen — das Lösungsmittel in den unteren nicht genügend verdunstet. Will man deshalb die Anker mit Cellonlack nach dem bei Öllack üblichen Vakuum-Tauchverfahren behandeln, so ist es unbedingt notwendig, dünnflüssige, niedrig prozentrige Cellonlacke anzuwenden, und durch Erwärmung auf höchstens 40 bis 50° (um Blasenbildung zu vermeiden) das Lösungsmittel vollkommen auszutreiben. Auf eine völlige Trocknung ist auch dann zu achten, wenn während der Wicklung jede einzelne Lage von umsponnenen Draht mit Cellonlack gestrichen wird, da der Lack, solange er noch feucht ist, leitet.

Ungleich besser und sicherer ist die Cellonierung der Drähte und Stäbe vor dem Wickeln, wobei die umsponnenen Drähte durch ein Cellonbad hindurchgeführt werden, die nicht umsponnenen mit einem Cellon getränkten Baumwoll- oder Papierband umwickelt werden. Es bildet sich hierbei nach dem Trocknen ein vollkommen geschlossenes, mit dem Fasermaterial fest verbundenes Cellonrohr um die Metallleiter, welches infolge seiner Biegsamkeit den Einbau der letzteren nicht hindert. Die auf auf diese Weise cellonierten Ankerspulen haben sich in zahlreichen Elektrizitätswerken, insbesondere auch bei Straßenbahnen, durchaus bewährt, um so mehr, als im Gegensatz zu der Ölisolation durch die Cellonierung die Drahtisolation verstärkt, den ganzen Spulen ein festeres Gefüge gegeben und Auftreten von Ozon verhindert wird.

Die Cellonlacke bilden also ein Isoliermaterial, welches in vielen Fällen geeignet ist, sowohl Gummi-, wie Wachs-, Paraffin-, Schellack-, Öllackisolierung sowie Ölleinen- und Ölseide-Umwicklung zu ersetzen und zeigen als bemerkenswerte Eigenschaften hohe Isolierfähigkeit, Bildung einer zusammenhängenden Isolierschicht, Elastizität, Witterungsbeständigkeit, Festigkeit gegen Fett, Öl, Benzin, Benzol, Terpentin, Gase und Säuredämpfe. Sie trocknen (verhältnismäßig rasch) bei gewöhnlicher Temperatur.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Die Funkentelegraphie im Rettungsdienste von Menschenleben auf Schiffen in Seenot.

[Telegraphen- und Fernsprechtechnik, nach Zeitschr. f. Post u. Tel. Wien, Bd. 7, S. 45.]

Die vom Handelsdepartement der nordamerikanischen Unionregierung herausgegebenen Berichte über vorgekommene Seeunfälle und Rettungen umfassen die Zeit von 1899 bis Ende 1916. Für diesen 18jährigen Zeitraum werden im ganzen 232 Unfälle angegeben. In den ersten 10 Jahren erscheinen nur 8 Unfälle verzeichnet; damals waren die drahtlosen Bordstationen auf Schiffen noch verhältnismäßig selten. Erst von 1909 ab beginnt die drahtlose Telegraphie im Rettungsdienste bei Seeunfällen erfolgreich einzugreifen und zwar zum erstenmal im Januar 1909, als die Schiffe „Florida" und „Republic" etwa 270 Meilen von New York entfernt zusammenstießen und letzteres sank; es sollen dank der Funkentelegraphie 1500 Personen gerettet worden sein. In den einzelnen Jahren von 1909 bis 1914 sind 7 bis 8 Unfälle vorgekommen. 1912 und 1911 gegen 13, je 20 und 25 in den Jahren 1910, 1909 und 1913 und 1914; im ganzen sind es 93 Unfälle, von denen die schwersten (15) unter Angabe des Ereignistages und der Zahl der geretteten Menschen erwähnt sind, darunter zwei sehr schwere Fälle (Schiff „Carthaginian" und „Lithunia" mit 800 und 1200 Geretteten). Besonders hervorzuheben ist der Zusammenstoß des Ozeandampfers „Titanic" der Red Star Linie mit einem Eisberg am 15. IV. 1912, wobei 828 (nach dem amerikanischen Bericht 703) Personen gerettet wurden. In den zwei Kriegsjahren 1915 und 1916 hat sich die Zahl der vorgekommenen Rettungen gegen 1914 nach den amerikanischen Berichten verdoppelt und verdreifacht (57 und 74); es werden angegeben:

	im Jahre 1915	1916
Strandungen (Scheiterungen) . .	25	17
Maschinendefekte (Lecke, Stürme)	11	25
Brände	10	7
Zusammenstöße (Auffahren auf Riffe)	9	18
Torpedierungen	2	7
Summe . .	57	74

Darunter ist hervorzuheben die erste Torpedierung eines transatlantischen Ozeandampfers während des Weltkrieges infolge der U-Boot-Seesperre am 7. V. 1915, der „Lusitania", auf deren drahtlose Notsignale „SOS" mehrere Schiffe zu Hilfe kamen und 754 Personen gerettet wurden; die zweite am 19. VIII. 1915 des Dampfers „Baron Erskine", wobei die Rettung von 108 Personen gelungen ist. Am 26. V. 1915 erfolgte ein Zusammenstoß zweier Schiffe „Ryndam" und „J. Cuneo"; das Notsignal „SOS" nahmen vier Kriegsschiffe auf und retteten alle Personen. Am 13. IX. 1915 brach auf der „Sant Anna", die 1700 Personen außer der Schiffsmannschaft an Bord hatte, Feuer aus; der Notruf wurde von der „Ancona" gehört, welche 600 Personen an Bord nahm und die „Sant Anna" glücklich in einen Hafen brachte. Der französische Hilfskreuzer „Provence" wurde am 26. II. 1916 im Mittelmeer torpediert, 870 Personen gerettet. Am 5. III. 1916 strandete bei Santos der Dampfer „Prince de Asturias"; auf dessen Hilferufe kam die „Vega" und rettete 576 von den 1000 an Bord befindlichen Personen. Bei stärkstem Sturm strandete am 19. V. 1916 die „Catania" und wäre verloren gewesen, wenn nicht durch Vermittlung der Küstenstation Galveston Rettung gebracht worden wäre. Ebenso ist es gelungen, dem in Brand geratenen Dampfer „Congress", der ununterbrochen Notrufe abgab, durch Vermittlung mehrerer drahtloser Küstenstationen Hilfe herbeizuführen und alle Personen an Bord zu retten. *Rp.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Das Thermophon als Präzisionstonquelle.

[Physical Review, Bd. 10, S. 22.]

Aus früheren Versuchen F. Brauns[1]) schließen H. D. Arnold und J. B. Crandall, daß man mit genügend gleichmäßigem Wechselstrom eine sehr gleichmäßige Präzisionstonquelle, das Thermophon, erhalten müsse. Nach Ausarbeitung einer quantitativen Theorie finden die Verfasser, daß das wechselstromdurchflossene Thermophon einen äußerst dünnen Leiter von geringster Wärmekapazität erhalten müsse, damit es den schnellsten Stromwechseln aufs beste zu folgen vermöge. Das verwendete breite Platinband ist bei einem der benutzten Apparate beispielsweise nur 0,0007 mm dick. Dieses Band kann von reinem Wechselstrom oder von solchem mit übergelagertem Gleichstrom beschickt werden. Im ersteren Falle erhält man akustisch die doppelte Periode des elektrischen Stromes, im letzteren Falle dagegen, falls der Gleichstrom nur genügend stark gewählt wird, die gleiche Periode, akustisch wie elektrisch. Bei schwacher Wechselstromquelle ist der letztere Fall ökonomischer.

Durch eingehende Versuche im Research Laboratory der Americ. Teleph. and Telegr. Co. and West. El. wird die Theorie des Apparates sehr gut bestätigt. Das Termophon kann auch als Tonquelle bekannter relativer Tonstärke bei verschiedenen Frequenzen durch den ganzen akustischen Bereich hindurch benutzt werden. *Zdr.*

Ein elektrostatisches Telephon als gleichmäßig empfindlicher, absoluter Strommesser.

[Physical Review, Bd. 10, S. 39.]

E. C. Wente beschreibt ein Telephon auf elektrostatischer Grundlage[2]), das Frequenzen von 0 bis 10 000 Perioden in der Sekunde gestattet und über diesen Bereich eine fast gleichförmige Empfindlichkeit besitzt, wozu seine Eigenfrequenz außerhalb dieses Bereiches möglichst oberhalb desselben, liegen muß. Der Apparat ist leicht tragbar und hat keine empfindlichen Teile.

Die Kapazität des Apparates folgt so nahe als möglich den Druckänderungen der Tonwellen. Seine Membran besteht aus einer 0,07 mm dicken Stahlmembran, die durch eine ringförmige Spannvorrichtung bis nahe an die Elastizitätsgrenze gespannt wird. Ihr gegenüber steht zentrisch in 0,02 mm Abstand eine feste, plan geschliffene Metallplatte, die reichlich einen halb so großen Flächeninhalt besitzt wie die Membran. Das Dielektrikum zwischen diesen beiden Kondensatorplatten des Telephons ist Luft. Die Empfindlichkeit eines solchen Apparats ist aber erst seit der Zeit genügend, da man störungsfreie kräftige Tonverstärker hat.

Die Theorie des Apparates wird entwickelt, und eingehende Versuche werden im Research Labor. der Americ. Teleph. and Telegr. Co. and West. El. durchgeführt. Die Empfindlichkeit desselben wird für hohe Periodenzahlen auch mit dem im vorherigen Referat besprochenen Thermophon festgestellt und der Theorie sehr

[1]) „Ann. d. Phys." Bd. 65, S. 358.
[2]) Vgl. „Lum. Electr.", Bd. 3, S. 286.

Digitized by Google

gut entsprechend gefunden. Von komplexen Tonwellenformen können nicht nur die relativen Intensitäten ihrer Komponenten, sondern auch ihre Phasendifferenzen ermittelt werden. Bei sorgfältiger Kalibrierung ist der Apparat als Präzisionstonquelle zu gebrauchen. *Zdr.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Dampferzeugung durch Elektrizität mit Wärmeaufspeicherung.

[Schweiz. Bauztg., Bd. 69, S. 183, 5½ Sp., 2 Abb.]

Der Schweizerische Verein von Dampfkesselbesitzern machte im Oktober 1916, wie E. Höhn, Zürich, berichtet, Versuche mit einem Kessel, in dem mittels Elektrizität Dampf erzeugt wird. Zur Verwendung gelangte ein horizontal gelagerter Zylinderkessel mit flachen Böden und 38 stählernen Siederohren von 27/32 mm Durchmesser und 1250 mm freier Länge, die zur Aufnahme der elektrischen Heizkörper dienen. Letztere bestanden aus durch Glasperlen isolierten Nichromdrahtspiralen von 0,9 mm Durchmesser und waren in mehreren Gruppen schaltbar. Die wasserberührte effektive Heizfläche betrug am Versuchstag 34 Rohre mit 4,25 m², der zulässige Dampfdruck 2,5 at. Die Versuchsergebnisse sind in nachstehender Tafel enthalten:

Versuchsdauer	7,0 h
Elektrische Leistung im Mittel . .	33,6 kW
Mittlerer Kesseldruck	2 at
Für 1 h und 1 m² Heizfläche im Mittel erzeugte Dampfmenge . .	1,212 kg
Erzeugungswärme für 1 kg Dampf	642 WE
Von 1 kWh effektiv erzeugte Wärmemenge	778 WE
Von 1 kWh theoretisch erzeugte Wärmemenge	859 WE
Nutzeffekt der Verdampfung . . .	90,5 %

Als normale Heizflächenbelastung dürften 12 kg Dampf für 1 m² und 1 h angenommen werden.

Im nachstehenden bedeuten:

E die zur Verfügung stehende Energie in kWh,
A das Wärmeäquivalent einer kWh = 859 WE
η den Wirkungsgrad der Verdampfung,
t_2 die Temperatur des Speisewassers,
i den Wärmeinhalt des gesättigten Dampfes,
G die erzeugte Dampfmenge in kg.

Es ist

1. die an den Dampf übergegangene Wärme $W = \eta \,.\, E \,.\, A$,
2. die erzeugte Dampfmenge $G = \frac{\eta \,.\, E \,.\, A}{i - t_2}$.

Einem kg Wasser von der Temperatur t_1 und dem Wärmeinhalt w_1 kann die Dampfmenge x entzogen werden, wenn der Druck von p_1 auf p_2, der Wärmeinhalt des Wassers auf w_2 und die Temperatur auf t_2 sinkt. Diese Dampfmenge besitzt den Wärmeinhalt

$$\int_{x_1}^{x_2} i \,.\, dx = x \,.\, i_m ,$$

wenn ihr Wärmeinhalt anfangs i_1, am Ende i_2 war. Der mittlere Wärmeinhalt i_m entspricht fast genau dem zum Mitteldruck

$$p_m = \frac{p_1 - p_2}{2}$$

gehörigen Wärmeinhalt und kann aus der (Fliegnerschen) Dampftabelle abgelesen werden. Nachdem die Wassertemperatur durch Selbstverdampfung von t_1 auf t_2 gesunken ist, bleibt übrig

$$w_1 - x \,.\, i_m = w_2 (1 - x) ;$$

hieraus folgt

$$x = \frac{w_1 - w_2}{i_m - w_2} .$$

Dies ist die Dampfmenge, die 1 kg Wasser von der Temperatur t_1 bei seiner Abkühlung durch Selbstverdampfung bis t_2 abgeben kann.

Nach der Entladung ist die im Speicher vorhandene Wassermenge: $Q - D$, wenn Q kg den im Speicher vorhandenen Wasservorrat vor der Entladung und D kg die durch Selbstverdampfung dem Speicher während der Entladung entnommene Dampfmenge bedeutet. Nach der Entladung muß die Wassermenge $Q - D$ von t_2 auf t_1 erwärmt, die Dampfmenge D durch ebenso viel Speisewasser von der Temperatur t_2 ersetzt und ebenfalls auf t_1 erwärmt werden. Die Ladungswärme beträgt

$$E \,.\, A \,.\, \eta = (Q - D)(w_1 - w_2) + D(w_1 - w_3)$$
$$= Q(w_1 - w_2) + D(w_2 - w_3)$$

Dem Speichervorrat Q kann durch Selbstverdampfung die Dampfmenge Qx entzogen werden. Der Wasservorrat des Speichers muß auf Grund der obigen Gleichungen betragen:

$$Q = \frac{E \,.\, A \,.\, \eta}{w_1 - w_2 + x(w_2 - w_3)} .$$

Für das Speichervolumen V ist ein Zuschlag von 10% für den Dampfraum zu machen:

$$V = \frac{1{,}1\, Q}{\varrho} ,$$

worin ϱ = Dichte des Wassers.

An einem Zahlenbeispiel wird gezeigt, daß mit 1200 verfügbaren PSh = 883 kWh 85 kg/h Dampf von 1,5 at für Heizungszwecke erzeugt werden können, und daß hierfür ein Siederohrkessel von 7,5 m² Heizfläche mit 47 Siederohren von 27/32 mm Durchmesser und 1600 mm Länge erforderlich ist. Die Größe des Speichers ergibt sich zu 11,8 m³ Inhalt, etwa 1500 mm Durchmesser und 6000 mm Höhe. Die Erwärmung des Speicherinhalts erfolgt durch den im Kessel (elektrisch) erzeugten Dampf. Ist die Speicheranlage gut isoliert, so kann der Wirkungsgrad des Speichers zu 0,94, der der ganzen Anlage zu 0,87 . 0,94 = 0,82 geschätzt werden. Von der elektrisch erzeugten Dampfmenge G = 1020 kg erhalten wir aus dem Speicher 0,94 . 1020 = 960 kg Dampf zurück; das entspricht bei einer 7,5-fachen Verdampfung einer Kohlenmenge von 130 kg oder 6,50 Fr im Tag oder rd 2000 Fr im Jahr. Daraus kann Verzinsung und Amortisation sicher bestritten und auch noch etwas für Stromkosten ausgeworfen werden, sofern der Gebrauch des Speichers täglich stattfindet. Dagegen steht, auch bei kostenlosem Strom, eine solche Anlage auf der Grenze der Wirtschaftlichkeit, sobald nur an Sonntagen für die Woche akkumuliert werden könnte. In wasserkraftreichen Gegenden kann die geschilderte Art der Umwandlung von Energie in Wärme sich viele Erfolge erobern. *A. Slht.*

Die Kraftversorgung in Thüringen[1]).

Eine noch immer wachsende Bedeutung hat die Versorgung Thüringens mit elektrischer Kraft und elektrischem Licht. Der augenblickliche Zustand zeigt, wie auch in anderen großen Teilen Deutschlands, daß eine Anzahl voneinander unabhängiger Überlandwerke bestehen, und dazwischen eine erhebliche Zahl gemeindlicher Kraftwerke, die nun, teils nebeneinander, teils ineinander übergreifend, die Bevölkerung versorgen. Das bedeutet eine erhebliche Verschwendung an Kraft und Kapital, so daß die Vereinheitlichung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung auf öffentlich-rechtlicher Grundlage anzustreben ist. Unternehmer würde die Gesamtheit der Thüringischen Staaten sein mit einer Beteiligungsziffer des einzelnen Staates nach Volkszahl oder Betriebsstellenzahl. Die Verteilung des Stromes könnte dem einzelnen Staate als eigene Unternehmung zugewiesen werden (wobei übrigens zwingend die Notwendigkeit von Gebietsaustausch wenigstens in dieser Hinsicht zutage treten würde). Als Vertretung der Staaten würde ein Thüringischer Elektrizitätsrat, etwa als Aufsichtsrat, jedoch mit größerer Machtbefugnis, tätig sein. Die Stromabnehmerkreise würden mit ihren Belangen durch einen Elektrizitätsbeirat (ein Gedanke von Aschoff) vertreten sein.

Einschränkung des Elektrizitätsverbrauchs und Erhöhung der Strompreise.

Die durchschnittlich um 25% erhöhten Strompreise waren, wie der 7. Verwaltungsbericht der Städt. Elektr. Werke in Steglitz mitteilt, weder in der Lage, die rückläufige Richtung des Überschusses aufzuhalten noch erheblich abzubremsen. Hätte man die gewaltigen Steigerungen der Kohlenpreise und Löhne, vor allen Dingen aber die einschneidenden Verordnungen des Reichskommissars für die Kohlenverteilung über Einschränkung des Elektrizitätsverbrauchs ahnen können, so hätte man sich wohl kaum mit einer verhältnismäßig geringen Strompreiserhöhung begnügt. Diese Sparmaßnahmen mögen ja einigen wenigen, belasteten Elektrizitätswerken Deutschlands angenehm gewesen sein, im allgemeinen ist aber eine ins Gewicht fallende Kohlenmenge nicht erspart worden und kann auch nicht erspart werden. Der Verbrauch der Elektrizitätswerke an Kohlen ist im Verhältnis zur deutschen Kohlendecke derart gering, daß bei voller Erreichung der verordneten Einschränkung nur 0,1% der Kohlenförderung für andere Zwecke frei wird. Erreicht ist lediglich eine Mindererzeugung an Munition, eine Verärgerung der Bevölkerung unter Vernichtung der bis dahin immerhin noch leidlichen Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke. Die Elektrizitätswerke sind fast durchweg kommunales Eigentum, wo sie es nicht sind, sind aber die Gemeinden mindestens durch Gewinnanteil am Ergebnis der Werke beteiligt. Der Mindergewinn muß durch Steuern aufgebracht werden und belastet somit die Allgemeinheit. Die Gemeinden haben bereits sehr hohe Lasten zu tragen, ungeheure neue Aufgaben und Lasten stehen noch bevor. Es ist Pflicht der Staats- und Reichsregierung, die bisherigen Einnahmequellen den Gemeinden zu erhalten und, wenn möglich, zu erhöhen und die zu erlassenden Verordnungen eingehend abzuwägen, ob der Erfolg das Mittel heiligt. Traurig war, infolge der andauernden Trockenheit, der Wasserstand der Oder. Fast während des ganzen Jahres mußten die Kohlen mit der Bahn, unter Umschlag über Spandau, herangeschafft werden. Traurig auch vielfach die Beschaffenheit der Kohlen. Verschiedentlich sind die Feuer in den Kesseln ausgegangen, weil die Kohlen nicht einmal brannten. Sie sahen wohl schwarz aus, – Kohlen waren es aber nicht. Alles in allem. Man muß eine weitere Strompreiserhöhung in Aussicht nehmen, wenn es nicht gelingt, die Verordnung über die Einschränkung im Elektrizitätsverbrauch zu mildern.

[1]) Aus „Die Thüringer Frage", Denkschrift über Vereinheitlichungen in Gesetzgebung und Verwaltung der Thüringischen Staaten, herausgegeben vom Landesausschuß der Nationalen Partei in Thüringen; Verlag der Geraer Verlagsanstalt, Gera-R. 1918.

Bahnen und Fahrzeuge.

Kugellager für Straßenbahnen.

[Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 35, S. 513.]

L. Adler gibt nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung des Kugel- und Rollenlagers die mit diesen Lagern auf der Großen Berliner Straßenbahn gemachten Erfahrungen wieder. Wesentlich für ein einwandfreies Arbeiten der Kugellager ist die in 4 bis 6 Monaten durchgeführte gründliche Untersuchung der Lager, wobei irgendwie angegriffene Kugeln sofort entfernt und durch neue ersetzt werden müssen. Die Lager sind in jedem Monat nachzuölen; ungetrübtes Öl weist nach, daß die Kugeln in Ordnung sind. Gleitlager müssen längstens alle Woche nachgesehen und geölt werden, ihr Schmierstoffverbrauch ist wenigstens 4- bis 5-mal so groß als bei Kugellagern.

Die Meßfahrten der Großen Berliner Straßenbahn ergaben bei einer 7,4 km langen Strecke bei 34 Minuten Fahrzeit und mittlerem Haltestellenaufenthalt von 7 sek (26 Personenhaltestellen und 3 bis 9 sonstigen Haltestellen) durch Ablesung eines federnd aufgehängten Kilowattstundenzählers mit Nebenzählerwerk und Ablesung auf 2 Dezimalstellen die in Zahlentafel 1 angegebenen Mittelwerte für je 6 Rundfahrten.

Zahlentafel 1.

	Wattstunden f. 1 tkm	Stromersparnis
Gleitlagerwagen Nr. 3167 . . .	54,9	—
Kugellagerwagen Nr. 3189 . .	49,7	+ 10,2%
„ „ 3175 . .	51,8	+ 5,9%
„ „ 3177 . .	50,9	+ 8,1%

Eine Wiederholung der Probefahrten des Nachts ergab infolge des Fortfalls der sonstigen Haltestellen (Weichen- und Nothaltestellen) sowie sonstiger Verkehrshindernisse gleichmäßigere Werte, die in Zahlentafel 2 angegeben sind.

Zahlentafel 2.

Runde	Wattstd/tkm		
	Gleitlagerwagen Nr. 3167	Kugellagerwagen Nr. 3175	Nr. 3189
1	51,2	48,5	46,6
2	50,1	45,3	45,2
3	50,6	46,1	46,1
4	49,8	45,6	46,9
5	49,5	47,4	45,2
6	49,7	46,1	45,7
Mittelwert	50,3	46,5	46,2
Stromersparnis	—	+ 8,2%	+ 9,3%

Bei Betrieb mit unbelasteten Anhängewagen waren die Werte gleichfalls des Nachts gemessen, wie in Zahlentafel 3 angegeben.

Zahlentafel 3.

Runde	Wattstd/tkm		
	Gleitlagerwagen Nr. 3167 + 164	Kugellagerwagen Nr. 3175 + 20	Nr. 3189 + 20
1	49,6	45,8	45,9
2	48,3	46,0	44,1
3	48,6	44,8	44,9
4	48,0	45,2	45,2
Mittelwert	48,6	45,4	45,0
Stromersparnis	—	+ 7,2%	+ 8%

Digitized by Google

Die erzielbaren Stromersparnisse hängen auch noch wesentlich von der Haltestellenentfernung, von der möglichen Auslaufzeit und von der größeren oder geringeren Knappheit des Fahrplanes ab. Abb. 1 gibt ein Bild über

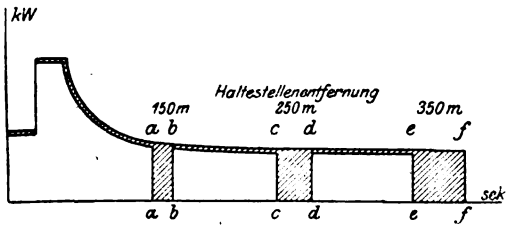


Abb. 1.

die Stromersparnisse bei verschiedenen Haltestellenentfernungen. Die Linie stellt die von den Motoren während einer Fahrperiode aufgenommene Leistung dar. Bei gleicher Fahrzeit wird z. B. für einen Haltestellenabstand von 150 m der Strom bei Kugellagern bei *a* ausgeschaltet werden müssen, bei Gleitlagern erst bei *b*. Die schraffierten Flächen stellen die erzielbaren Stromgewinne infolge geringerer Reibung in den Lagern dar. Sie werden bei zunehmender Haltestellenentfernung und höherer mittlerer Drehzahl immer größer.

Ein Vorteil von Kugellagern ist die leichte Verschiebbarkeit der Wagen von Hand, der in Wagenbahnhöfen und an Endhaltestellen ins Gewicht fällt. Dieser geringe Kraftaufwand ist naturgenäß nur im ersten Augenblick der Inbewegungsetzung vorhanden. Sobald die Wagenachse die erste Umdrehung gemacht hat, und die Laufachse beim Gleitlager wieder gleichmäßig Schmiermasse erhalten hat, sinkt der große Unterschied in den Reibungsverhältnissen auf wenige Prozente herunter.

Hebezeuge und Massenförderung.

Führerstands-Laufwinde von 1000 kg Tragkraft.

[Schweiz. Bauztg. Bd. 67, S. 17.]

Der Hubmotor von 2,6 kW Leistung dieser, von der Gießerei Bern gebauten Winde wirkt durch ein Schneckengetriebe auf zwei Trommeln, deren Achsen senkrecht zur Fahrtrichtung stehen, und die links und rechts fliegend auf der

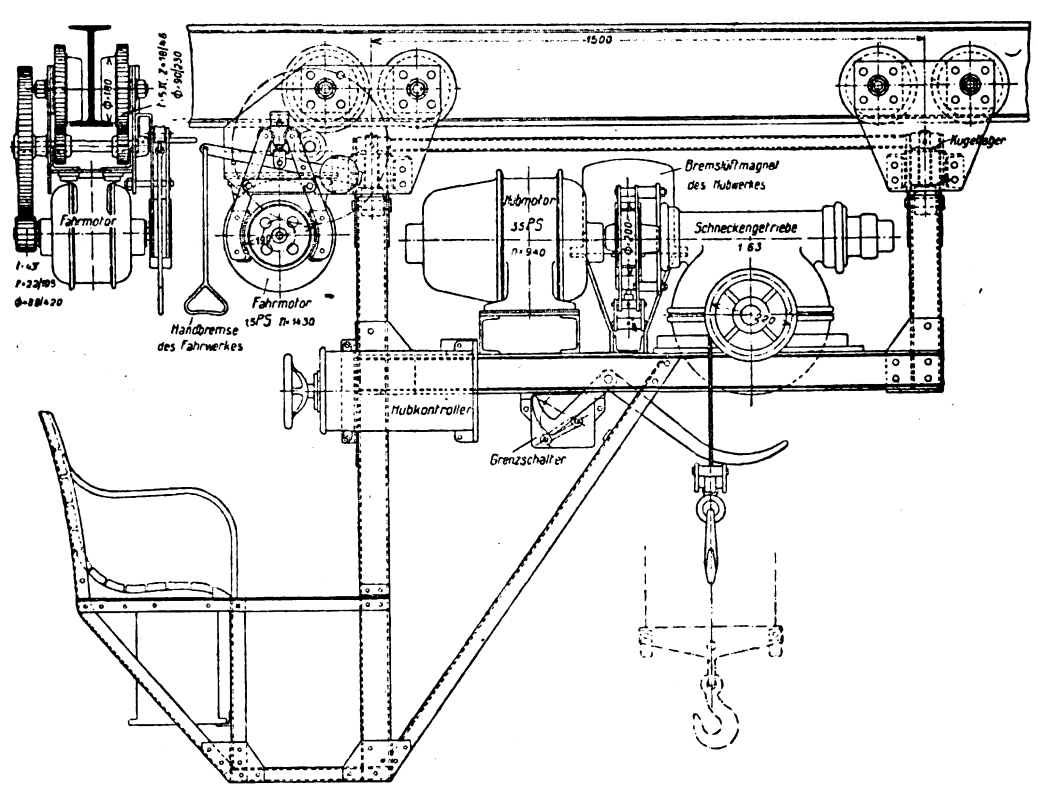


Abb. 2. Elektrisch betriebene Führerstands-Laufwinde für 1000 kg.

Schneckenradwelle sitzen. Die bei Stromgabe selbsttätig sich lüftende Bremse des Hubwerks ist als Backenbremse ausgebildet. In der höchsten Laststellung wirkt der Lasthaken auf einen Stromausschalter, um ein Zuhochziehen der Last zu verhüten. Der Fahrmotor des Fahrwerks wirkt durch ein doppeltes Stirnrädervorgelege auf eine der Laufradachsen. Die Hubgeschwindigkeit beträgt 10,3 m/min, die Fahrgeschwindigkeit 66,3 m/min. *F. W.*

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Cantor, Karlsruhe.]

Verlängerung der Prioritätsfristen in Dänemark[1]).

Laut Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 24. X. 1918 sind auf Grund des § 1, Abs. 2, der Verordnung des Bundesrats, betreffend die Verlängerung der im Artikel 4 der revidierten Pariser Übereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums vom 2. VI. 1911 vorgesehenen Prioritätsfristen vom 7. V. 1915 (Reichs-Gesetzbl. S. 272) und im Anschluß an die Bekanntmachung vom 28. V. 1918 (Reichs-Gesetzbl. S. 424) die Prioritätsfristen in Dänemark zugunsten der deutschen Reichsangehörigen weiter bis zum 1. VII. 1919 verlängert worden.

Rechtsunwirksamkeit von Stromlieferungsverträgen infolge von Beleuchtungseinschränkung.

Im „Berl. Börs.-Cour." vom 5. VI. 1918 ist eine Entscheidung von weittragender Bedeutung veröffentlicht. Der Tatbestand ist folgender:

Im November 1913 wurde zwischen dem Elektrizitätswerk der Stadt Charlottenburg und dem Eigentümer B. des Cafés Tauentzienpalast ein Stromlieferungsvertrag geschlossen. Vereinbart wurden: 10-jährige Vertragsdauer, garantierter jährlicher Mindestverbrauch von 40 000 M, dagegen erhebliche Preisermäßigung für den nach 4 Uhr abends verbrauchten Strom.

Damals war Polizeistunde des Cafés 3 Uhr nachts und für Sonnabende, Sonntage und Feiertage 4 Uhr nachts.

Nach Kriegsausbruch wurde die Polizeistunde auf 1 Uhr nachts festgelegt. Durch B.R.Ver. vom 11. XII. 1916 wurde Beleuchtungseinschränkung und frühere Lokalschließung angeordnet. Durch polizeiliche Verfügung vom 17. I. 1917 wurde danach die Beleuchtung für das Café auf 50% herabgesetzt und die Reklamebeleuchtung ganz untersagt, Abendschluß auf 11½ Uhr bestimmt.

Die Folge war hinter dem Garantieverbrauch zurückbleibender Stromverbrauch. Die Stadtgemeinde verlangte Nachzahlung des Fehlbetrages. B. und die in den Vertrag eingetretene Café Tauentzienpalast G. m. b. H. erhoben gegen die Stadtgemeinde Klage auf Feststellung, daß der Stromlieferungsvertrag mit Wirkung vom 16. XII. 1916 als aufgehoben zu gelten habe. Das Landgericht wies die Klage ab. Das Kammergericht hob das Urteil auf und gab dem Klagebegehren statt. Das Reichsgericht wies die Revision der Beklagten zurück. Die Entscheidung des Reichsgerichts stützt sich darauf, daß infolge der behördlichen Anordnungen der Klägerin die Vertragserfüllung hinsichtlich des garantierten Mindestverbrauchs durch das Verbot der Reklamebeleuchtung, die Einschränkung der Innenbeleuchtung auf 50% und der Lokalschluß auf 11½ Uhr unmöglich gemacht ist. Den Klägern ist Stromausnutzung insoweit entzogen. Es fehlt seit 16. XII. 1916 an den vertragsmäßigen Voraussetzungen für die weitere Geltung des Vertrages. Dieser zeitweilige Forfall ist für den bis 1923 geschlossenen Vertrag einem dauernden gleich zu erachten. Es ist nicht abzusehen, wann die Verordnung vom 16. XII. 1916 und die dazu ergangenen polizeilichen Anordnungen wieder aufgehoben und wie sich dann die in Betracht kommenden Verhältnisse gestalten werden.

Analoge Anwendung dieser Auffassung, welche vom Reichsgericht als richtig anerkannt ist, wird in allen analog zu beurteilenden Fällen Platz greifen müssen. Ob und inwieweit der einzelne Tatbestand diese Auffassung rechtfertigt, ist in jedem Einzelfall vom Richter zu prüfen. Die Parteien können als Beweismittel Gutachten von Sachverständigen anrufen. Ob und inwieweit der Richter solche für erforderlich hält, hat er zu prüfen. *C.*

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 299.

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9820.

Elektrotechnische Gesellschaft zu Frankfurt a. M.

Sitzungsbericht vom 15. V. 1918.

In der Sitzung der Elektrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. vom 15. V. 1918 sprach Dr. Fr. Dessauer, Direktor der Veifa-Werke in Frankfurt a. M., über seinen neuen Hochspannungstransformator und zeigte an einigen Versuchen das Prinzip, auf welchem er aufgebaut ist. Er zeigte, daß bis jetzt die Isolation jedes Transformators der Spannung zu entsprechen hatte, welche der Transformator lieferte. Bei dem Dessauerschen Transformator übernimmt ein Organ, der eigentliche Hochspannungstransformator, lediglich die Erregung der hohen Spannung. Ein zweites Organ, oder besser gesagt, eine Gruppe von Organen fängt die Beanspruchung ab, welche die Hochspannung auf das isolierende Material zwischen sekundärem und primärem System ausübt. Die Einzelheiten dieses Systems eignen sich nicht zu der kurzen Darstellung in einem Referat. Es erscheint darüber von anderer Seite in dieser Zeitschrift eine ausführliche Darstellung[1]).

Die Wirkung der Anordnung bringt eine große Ersparnis an Isoliermaterial und an Umfang einer solchen Anlage. Dieser Vorteil tritt besonders bei Hochspannungsanlagen von geringerer oder mittlerer Leistung zutage. Er setzt auch die Kosten auf die Hälfte oder den vierten Teil der früheren Kosten eines Transformators herab. Dessauer bringt Resultate eines Hochspannungstransformators von 310 kV, den er genau durchgemessen hat; über einen zweiten, bereits gebauten, von 450 kV Maximalspannung sind die Messungen noch nicht veröffentlicht. In der Röntgentechnik, wo neuerdings sehr hohe Spannungen (bis zu 200 kV) für die Erzeugung harter Röntgenstrahlen in der Krebstherapie große Bedeutung gewonnen haben, sind Transformatoren nach dem Dessauerschen Prinzip bereits in zahlreichen Fällen zur Ausführung gekommen.

[1]) Vgl. Welter, „ETZ" 1918, S. 378, 388.

LITERATUR.

Besprechungen.

Beiträge zur praktischen Ausführung von Ankerwicklungen. Von Ing. W. Wolf. 3. umgearb. Aufl. Mit 143 Abb. Verlag von Hachmeister & Thal. Leipzig 1917. 96 S. in 8°. Preis 2 M.

Das Buch enthält eine ziemlich wahllose Aneinanderreihung von Auszügen zahlreicher, auf die Ausführung von Ankerwicklungen bezüglicher Patentschriften. Aus dem reichhaltigen Inhalt seien erwähnt: besondere Ausführungsformen von Schablonenwicklungen, Wicklungen für Gleichstrommaschinen mit 2 Kommutatoren, gedrillte Ankerstäbe für Turbogeneratoren (zur Vermeidung der Wirbelströme), Ankerwickelmaschinen für Kleinmotoren, Isolierrohre für die Ankernuten, Vorrichtungen zum Tränken der Wicklung, Kommutatorverbindungen, Versteifungen für die Wicklung von Turbo-

Digitized by Google

generatoren, Nutenverschlußkeile aus Eisenblech, besondere Ausführungsformen von Käfigankern, Ausführung der Widerstandsverbindungen bei Wechselstrom-Kommutatormaschinen und anderes mehr. Eine Auswahl zwischen Neuem und Veraltetem, Brauchbarem und Wertlosem ist nicht getroffen, der Verfasser enthält sich vielmehr jeder Kritik. Auffallend ist dabei, daß sich in dem Buch kein Hinweis darauf findet, daß sein Inhalt nur einen Überblick über die Patentliteratur darstellt.

Zur Belehrung für einen dem Gegenstand Fernerstehenden ist das Buch gänzlich ungeeignet; für den Spezialfachmann dagegen besitzt es einen gewissen Wert. Leider wird dieser Wert wieder dadurch beeinträchtigt, daß die Nummern der beschriebenen Patente nicht angeführt sind. L. Schüler.

Aufgaben aus der technischen Mechanik. Bd. III. Flüssigkeiten und Gase. Von Professor F. Wittenbauer. 2. verb. Aufl. Mit 396 Textabb. und 586 Aufgaben nebst Lösungen und einer Formelsammlung. VIII. u. 374 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 10,20 M.

In der neuen Auflage des ausgezeichneten Werkes ist die Zahl der Aufgaben von 504 auf 586 gestiegen. Die Neuzugänge sind zumeist den technischen Zeitschriften seit 1911 entnommen und verteilen sich auf die vier Abschnitte Hydrostatik, Hydraulik, Gase und Aeronautik, wobei die Änderungen beim letzten am zahlreichsten sind. Gerade hier hat es sich der Verfasser angelegen sein lassen, auf die Unsicherheit der Berechnungsgrundlagen hinzuweisen, ohne freilich deren Erklärung, die ohne Eingehen auf die neuere dynamische Theorie des Luftwiderstandes nicht möglich ist, geben zu können. Bei der neuen Aufgabe 468, die von der Spannung in der Hülle eines Kugelballons handelt, ist diese unter der ganz unzutreffenden Voraussetzung, daß sie nur mit dem Ort, aber nicht mit der Richtung wechselt, berechnet. Etwa 170 Aufgaben verlangen die Anwendung höherer Rechnungsarten meist in bescheidenem Umfange; trotzdem darf man nicht glauben, daß die Lösungen immer leicht seien, obwohl sie mit einem äußerlich sehr gering erscheinenden Formelapparat bewältigt werden können. Die Kunst des Ansatzes wird vielfach ausgiebig in Anspruch genommen, und hierin bewährt sich die Kraft des Verfassers ganz besonders. Sehr geschickt ist die Auswahl der Aufgaben, die der technischen Phantasie und der Literaturkenntnis des Verfassers alle Ehre machen. Die Abwechslung der technischen Anwendungen ist erfreulich groß, und wenn wir bei der Lösung manchmal die weitere Ausführung ihrer Bedeutung und Tragweite vermissen, so hängt dieses eben mit der Knappheit des Umfanges der Sammlung zusammen, die an sich ein schätzenswerter Vorzug ist. Möge das trefflich ausgestattete, mit 396 klaren Textfiguren geschmückte Werk weiter dazu beitragen, das Können der Leser zu erhöhen, ohne welches das Wissen ein totes Kapital ist. Dr. Seb. Finsterwalder.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Einführung in die Mathematik. Von W. Mendelsohn. Mit 42 Abb. 113 S. in 16°. Nr. 503 „Aus Natur und Geisteswelt". Verlag von B. G. Teubner. Leipzig u. Berlin 1918. Preis geb. 1,50 M + 30% T. Z.

Maschinenuntersuchungen und das Verhalten der Maschinen im Betriebe. Ein Handbuch für Betriebsleiter, ein Leitfaden zum Gebrauch bei Abnahmeversuchen und für den Unterricht an Maschinenlaboratorien. Maschinentechnisches Versuchswesen Bd. 2. Von Prof. Dr.-Ing. A. Gramberg. Mit 300 Abb. u. 2 Tafeln. XVI und 514 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 25 M.

Telephon- und Signalanlagen. Ein praktischer Leitfaden für die Errichtung elektrischer Fernmelde- (Schwachstrom-) Anlagen. Herausgegeben von Oberingenieur C. Beckmann. Bearbeitet nach den Leitsätzen für die Errichtung elektrischer Fernmelde- (Schwachstrom-) Anlagen der Kommission des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Verbandes elektrotechnischer Installationsfirmen in Deutschland. 2. verb. Aufl. Mit 426 Abb. und Schaltungen und einer Zusammenstellung der gesetzlichen Bestimmungen für Fernmeldeanlagen. IX und 312 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 8,60 M.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Isaria-Zählerwerke A. G., München[1]. Nach dem Bericht über das am 31. III. 1918 abgelaufene 9. Geschäftsjahr 1917/18 betrugen die Einnahmen 3,036 Mill. M (2,206 i.V.), die allgemeinen Unkosten 1,956 Mill. M (1,585 i.V.), die Abschreibungen 0,457 Mill. M (0,221 i.V.) und der Reingewinn nebst Vortrag 0,714 Mill. M (0,498 i.V.). Hiervon werden 15% Dividende (12 i.V.) auf 2,5 Mill. M gezahlt, 0,180 Mill. M (0 i.V.) für Kriegsgewinnsteuer zurückgelegt. Die mit 7,820 Mill. M (6,996 i.V.) abschließende Bilanz bewertet Grundstücke und Gebäude mit 1,156 Mill. M (1,249 i.V.), Maschinen und Betriebsanlagen, Werkzeuge, Inventar, Patente, Modelle usw. mit 0,147 Mill. M (0,368 i.V.), Kasse und Wechsel mit 13 183 M (56 638 i.V.), Wertpapiere mit 1,115 Mill. M (0,962 i.V.), Beteiligungen mit 0,283 Mill. M (wie i.V.), Waren mit 1,954 Mill. M (1,792 i.V.), Schuldnern mit 3,114 Mill. M (2,244 i.V.) stehen Gläubiger mit 1,808 Mill. M (1,203 i.V.) gegenüber. Das Aktienkapital ist neuerdings um 0,25 auf 2,75 Mill. M erhöht worden. -z.

Main-Kraftwerke A. G., Höchst a. M.[2]) Nach dem Bericht über das 8. Geschäftsjahr 1917 betrug der Anschlußwert 25 618 kW (24 129 i.V.); angeschlossen waren 166 Gemeinden (152 i.V.), die Stromabgabe betrug 29,728 Mill. kWh (24,217 i.V.); der Geschäftsgewinn stellte sich auf 1,333 Mill. M (1,205 i.V.), der Reingewinn einschl. Vortrag auf 0,439 Mill. M (0,441 i.V.); hiervon sollen 5% Dividende auf 8 Mill. M (wie i.V.) gezahlt werden.

Bayerische Überlandzentrale A. G., Ibenthann (Oberpfalz)[3]. Nach dem Bericht über das 10. Geschäftsjahr 1917 waren angeschlossen 75 Gemeinden (69 i.V.) mit 11 204 kW (10 435 i.V.) und einem Verbrauch von 8,575 Mill. kWh (7,173 i.V.). Die Stromeinnahmen betrugen 0,644 Mill. M (0,508 i.V.). Die Rechnung schließt mit einem Verlust von 0,141 Mill. M (0,187 i.V.) ab. Das Aktienkapital von 3,5 Mill. M wurde um 0,6 Mill. M zusammengelegt, um die gesamte Unterbilanz zu decken; gleichzeitig wurde eine Erhöhung auf den bisherigen Stand vorgenommen.

Fränkisches Überlandwerk A. G., Nürnberg[4]. Nach dem Bericht über das 5. Geschäftsjahr 1917 waren angeschlossen 648 (642 i.V.) Ortschaften, entsprechend 44 570 kW (41 162 i.V.), und 8 Elektrizitätswerke, entsprechend 941 kW (887 i.V.) Transformatoren. Die nutzbare Abgabe betrug 9,198 Mill. kWh (6,896 i.V.), die Einnahme 2,317 Mill. M (1,787 i.V.), der Reingewinn einschl. Vortrag 0,261 Mill. M (0,249 i.V.). Es sollen 4% Dividende (5% i.V.) auf 4 Mill. M gezahlt werden.

A. G. Körting's Electricitätswerke, Berlin[5]. Nach dem Bericht über das am 31. III. 1918 abgelaufene Geschäftsjahr 1917/18 stieg der Anschlußwert der Werke von 21 770 auf 23 000 kW; die Betriebseinnahmen und sonstige Gewinne betrugen 1,671 Mill. M (1,424 i.V.), der Reingewinn einschl. Vortrag 0,202 Mill. M (0,191 i.V.). Es sollen 4% Dividende (wie i.V.) auf 3 Mill. M gezahlt werden.

Straßburger Straßenbahn-Gesellschaft, Straßburg i. E. Nach dem Bericht über das 40. Geschäftsjahr 1917/18 wurden in Straßburg und Umgebung 45,649 Mill. Personen (42,928 i.V.) befördert, 4,271 Mill. Triebwagenkm (5,375 i.V.) und 4,724 Beiwagenkm (5,159 i.V.) geleistet. Auf den Nebenbahnen wurden befördert 3,269 Mill. Personen (2,147 i.V.) und 0,268 Mill. t Güter (0,181 i.V.) und 3,114 Mill. Wagenkm. (2,888 i.V.) sowie 4,338 Mill. tkm (3,028 i.V.) geleistet. Der Einnahmenüberschuß betrug 1,893 Mill. M (1,556 i.V.), der Gewinn einschl. Vortrag 0,586 Mill. M (wie i.V.). Hiervon erhalten die 2,5 Mill. Stammaktien 7¾% (wie i.V.) und die 2,5 Mill. M Vorzugsaktien 10% (wie i.V.) Gewinnanteil.

Gablonzer Straßenbahn- u. Elektricitäts-Gesellschaft, Gablonz a. N.[6]. Nach dem Bericht über das 18. Geschäftsjahr 1917 wurden 1,717 Mill. Fahrgäste (0,966 i.V.) befördert und 0,509 Mill. Personenwagenkm (0,400 i.V.) oder 0,437 Rechnungskm (0,365 i.V.) geleistet. An Gütern wurden befördert 29 894 t (25 251 i.V.) bei 91 314 mittl. Fahrkm (87 221 i.V.). Der Anschlußwert ohne Bahn betrug 278 kW (284 i.V.), die nutzbare Stromabgabe 112 624 kWh (80 225 i.V.). Die Einnahmen betrugen 0,800 Mill. M (0,470 i.V.), der Überschuß einschl. Vortrag 0,242 Mill. M (0,057 i.V.). Es sollen 3% Dividende (0 i.V.) auf 2,435 Mill. M Aktien gezahlt werden.

Hirschberger Thalbahn A. G., Hirschberg i. Schl.[1]). Nach dem Bericht über das 16. Geschäftsjahr 1917 betrug die Zahl der beförderten, zahlenden Fahrgäste 2,790 Mill. (2,387 i.V.), die Zahl der geleisteten Wagenkm mußte um rd 25% vermindert werden (0,868 Mill. i.V.). Der Betriebsüberschuß stellte sich auf 0,287 Mill. M (0,263 i.V.), der Reingewinn nebst Vortrag auf 0,103 Mill. M (0,082 i.V.). Es werden 5% Dividende (wie i.V.) auf 1,5 Mill. M und 4% auf 0,5 Mill. M junger Aktien gezahlt.

Kraftversorgung Lothringen A. G. Metz[2]). Nach dem Bericht über das 5. Geschäftsjahr 1917 waren angeschlossen 119 Gemeinden (69 i.V.) mit einem Anschlußwert von 6688 kW (5258 i.V.) und einer nutzbaren Jahresabgabe von 4,715 Mill. kWh (3,545 i.V.). Die Einnahmen betrugen 0,351 Mill. M (0,269 i.V.), der Betriebsüberschuß einschl. Vortrag 57 791 M (53 649 i.V.). Es sollen 4% Dividende (wie i.V.) auf 1,0 Mill. M verteilt werden.

Kabelfabrik und Drahtindustrie A.G., Wien. Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1916/17 betrugen die Einnahmen 7,223 Mill. K (4,599 i.V.), der Reingewinn 2,933 Mill. K (1,800 i.V.). Demgegenüber stehen Unkosten von 0,897 Mill. K, Steuern von 2,399 Mill. K, Hypothekenzinsen von 0,01 Mill. K, zweifelhafte Forderungen mit 0,44 Mill. K und Abschreibungen mit 1,090 Mill. K. Das Grundstücks-, Gebäude- und Maschinenkonto beträgt einschließlich Vorräten 12,971 Mill. K, der Barbestand einschließlich Effekten, Kautionen usw. 6,037 Mill. K; Schuldnern mit 8,002 Mill. K stehen Gläubiger mit 5,612 Mill. K gegenüber; die Reserven einschließlich Pensionsfonds betragen 10,863 Mill. K. Die Dividende auf 10 Mill. K Aktienkapital wurde mit 13% (15 i.V.) bemessen. Hgn.

Firmenverzeichnis.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft für die Gemeinde Lindern m. ub. H., Lindern. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Weigersdorf. — Stromversorgungsgenossenschaft m. b. H., Reichwalde (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Wismar (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts-Verwertungsgenossenschaft m. b. H., Tornow (Haftsumme: 100 M). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Zülzhoff, Kr. Grottkau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Torgelow-Holländerei (Haftsumme: 1000 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Birgwitz, Kr. Glatz (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Brieg, Kr. Glogau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Desgl. Hangelsberg (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 40). — Desgl. Wünschelburg, Anteil Siebenhuben (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). k.

Belgien. Die Société d'Entreprise générale de Travaux, Lüttich, hat ihr Aktienkapital um 2,5 auf 10 Mill. Fr erhöht.

Niederlande. Die Niederländische Kabelfabrik A. G., Haag, erhöht ihr Aktienkapital um 0,5 auf 1,25 Mill. Gulden.

Schweiz. In St. Gallen wurde unter dem Namen Cosmophos A. G. mit einem Stammkapital von 0,1 Mill. Fr eine Firma gegründet, die Handel und Fabrikation in elektrotechnischen und elektrochemischen Produkten bezweckt.

Schweden. In Stockholm soll unter dem Namen Elektro-Alkali A. B. eine Firma gegründet werden, die sich mit der Fabrikation von Chlorkalk und Alkali nach dem Verfahren von Biliter-Siemens & Halske befaßt.

[1]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1917, S. 480.
[2]) Bericht über 1916 vgl. „ETZ" 1917, S. 316.
[3]) Bericht über 1915 vgl. „ETZ" 1916, S. 508.
[4]) Bericht über 1915 vgl. „ETZ" 1917, S. 60.
[5]) Bericht über 1913/14 vgl. „ETZ" 1914, S. 967.
[6]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1912, S. 860.

[1]) Bericht über 1910 vgl. „ETZ" 1911, S. 1250.
[2]) Bericht über 1914 vgl. „ETZ" 1915, S. 576.

Fragekasten für Bezugsquellen.

Frage 10. Wer liefert Generatoren mit wellenförmigem Gleichstrom?

Abschluß des Heftes: 9. November 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24

39. Jahrgang. **Berlin, 21. November 1918.** **Heft 47.**

Schnellbahnen oder Schnellstraßenbahnen in Groß-Berlin.

Von **A. Przygode**, Regierungsbaumeister a. D., Berlin.

Übersicht. Die Aufschließung der Außenbezirke Groß-Berlins innerhalb der 10 bis 20 km-Zone zur Schaffung preiswerter Flachsiedelungen erfordert leistungsfähige Verkehrsanlagen. Als solche können nur Schnellbahnen mit 50 km/h Höchstgeschwindigkeit als flach liegende Einschnittbahnen in Frage kommen, da der Einflußbereich der Schnellbahnen auf die Siedelung erheblich größer als der von Schnellstraßenbahnen ist, und somit eine wesentlich günstigere wirtschaftliche Erschließung der Bauterrains erzielt wird. Die Baukosten derartiger Schnellbahnen stellen sich nur um 280 000 M/km höher als die von Schnellstraßenbahnen. Ein großer Teil der von Prof. Giese in Vorschlag gebrachten Schnellstraßenbahnen dürfte demgemäß zweckmäßig, insbesondere bei Verlängerungen bestehender oder projektierter Stadtschnellbahnen, als flach liegende Einschnittschnellbahnen auszuführen sein.

Für die Verkehrsanstalten Groß-Berlins zeichnet sich das Kriegsjahr 1918 dadurch aus, daß es in tariflicher Beziehung einen Wendepunkt bedeutet. Das im April des Jahres in Kraft getretene Verkehrssteuergesetz hat hierzu den Anlaß gegeben, und es ist nicht nur bei kühler Rechnung geblieben, sondern der gebotene Anlaß zur Fahrpreisänderung hat gleichzeitig System in die Tarife gebracht. Dies gilt sowohl für die Staatsbahnen, die dem Stadt- und Vorortverkehr dienen, wie für die Straßen- und Kleinbahnen in privatrechtlicher Bewirtschaftung. Wenn somit auch durch die Tarifänderung die Bewohner Groß-Berlins neue, pekuniäre Lasten auf sich nehmen mußten, so ist anderseits durch die systematische Ausbildung der Tarife die Verkehrs- und Siedlungsentwicklung Groß-Berlins innerhalb der 20-km-Zone aussichtsvoll gestaltet. Denn bei den Tarifen sämtlicher Bahnanlagen ist die Tendenz vorhanden, daß mit zunehmender Entfernung vom Mittelpunkt Groß-Berlins der auf den Fahrtkilometer entfallende Einheitssatz abnimmt; eine derartige Tarifierung war bisher nur bei der Berliner Hochbahngesellschaft vorhanden. Der Einfluß dieses Tarifes auf die Dezentralisierung der Wohnungssiedlung ist bekannt, und es wird dadurch gerade das gefördert, was in der Bevölkerungspolitik Groß-Berlins immer angestrebt wird, d. h. tunlichste Verteilung der Bevölkerung über das ganze Gebiet Groß-Berlins.

Der Verband Groß-Berlin hat es sich bei seinen Verhandlungen mit den Verkehrsgesellschaften, insbesondere mit der Großen Berliner Straßenbahn und ihren Zweiggesellschaften zum Abschluß des neuen Vertrages nicht nur mit Erfolg angelegen sein lassen, vorteilhafte Tarife für die Entwicklung Groß-Berlins zu schaffen, sondern hat auch diese Gelegenheit benutzt, sich Mittel zu sichern, um diese Entwicklung anzubahnen und zu fördern. So ist die Große Berliner Straßenbahn nach § 12 des Vertrages mit dem Verband Groß-Berlin gehalten, zu einem Bau- und Betriebsfonds des Verbandes einen jährlichen Zuschuß in Höhe von $^1/_8$% ihrer Roheinnahme des betreffenden Jahres aus der Personenbeförderung beizutragen. Aus diesem Fonds, in den auch die Beiträge von Dritten, die an den Bau von Strecken interessiert sind — die Gemeinden, Grundstücksgesellschaften u. dergl. — fließen, werden etwaige Zuschüsse zu den Bau- und Betriebskosten dieser Strecken vom Verband bestritten. Durch dieses Abkommen gelangt der Verband in den Nießnutz bedeutender Kapitalien, die es ihm ermöglichen, Zinsgarantien für aufzunehmende Bau- und Betriebsgelder zu allgemeinen Siedlungs- und Verkehrsanlagen in den Außenbezirken Groß-Berlins zu übernehmen. Der Kleinwohnungsbau, insbesondere in Flachanordnung, erfordert billiges Bauland, das heute nur noch in größerer Entfernung vom Mittelpunkt Groß-Berlins und in bisher noch nicht aufgeschlossenen Gebieten erhaltbar ist. Dem Verbande ist jetzt die Möglichkeit gegeben, selbst Bodenerwerb zu treiben und bei den Aufschließungskosten des Bodens die Kosten der Bahnanlagen hineinzurechnen, womit die Bahnanlagekosten auf weite Kreise verteilt werden und sich beim Verkauf der Bauparzellen bezahlt machen. Jedenfalls ist jetzt die Lösung einer gesunden Wohnungssiedlung erheblich leichter durchführbar, indem die zugehörige Frage der Schaffung geeigneter Verkehrsanlagen mit der Siedlungsfrage zusammen von einer Stelle behandelt werden kann.

Die Wohnungsfrage, insbesondere für Kleinwohnungen hat sich immer mehr zugespitzt, und daß ein großer Bedarf an Kleinwohnungen in Groß-Berlin besteht und immer größer wird, ist bekannt. Wo aber Kleinwohnungssiedlungen geschaffen werden sollen, ist noch nicht entschieden; soviel steht nur fest, daß, um der erhöhten Nachfrage an Wohnstätten zu entsprechen, geeignete Verkehrsanlagen die Möglichkeit schaffen müssen, preiswertes Gelände der Bebauung zu erschließen.

Der Verband Groß-Berlin hat diese Frage bereits eingehend geprüft, und der Verkehrstechnische Oberbeamte des Verbandes, Prof. Giese, hat den Bau von Schnellstraßenbahnen im Anschluß an vorhandene Schnellbahnhaltestellen, an gedachte Haltestellen einer zukünftigen Sehnellbahn und an vorhandene Bahnhöfe der Ring- und Vorortbahnen, wie sie auf Abb. 1 dargestellt sind, in Vorschlag gebracht. Die Schnellstraßenbahn soll nach ihrer Anlage ein Zwischending zwischen Straßenbahn und Schnellbahn sein und der letzteren gegenüber besonders den Vorzug geringeren Anlagekapitals haben. Bei der großen Anspannung von Staat und Kommunen durch die infolge des Krieges hervorgerufenen, ungeheuren Kriegslasten ist es von wesentlicher Bedeutung, wenn heute mit geringen Kosten Verkehrsanforderungen entsprochen werden kann. Anderseits soll aber bei Verkehrsanlagen wohl geprüft werden, ob es bei den jeweiligen Verkehrsbedürfnissen angebracht ist, am Anlagekapital zu sparen, damit nicht Halbheiten geschaffen werden. Bei der Lage der neu zu schaffenden Wohnstätten in weiterer Entfernung vom Geschäfts- und Erwerbszentrum Groß-Berlins ist die zur Zurücklegung des Weges zwischen Arbeits- und Wohnstätte erforderliche Zeitdauer von besonderer Wichtigkeit. Giese hat demgemäß bei seinen Untersuchungen zur Brauch-

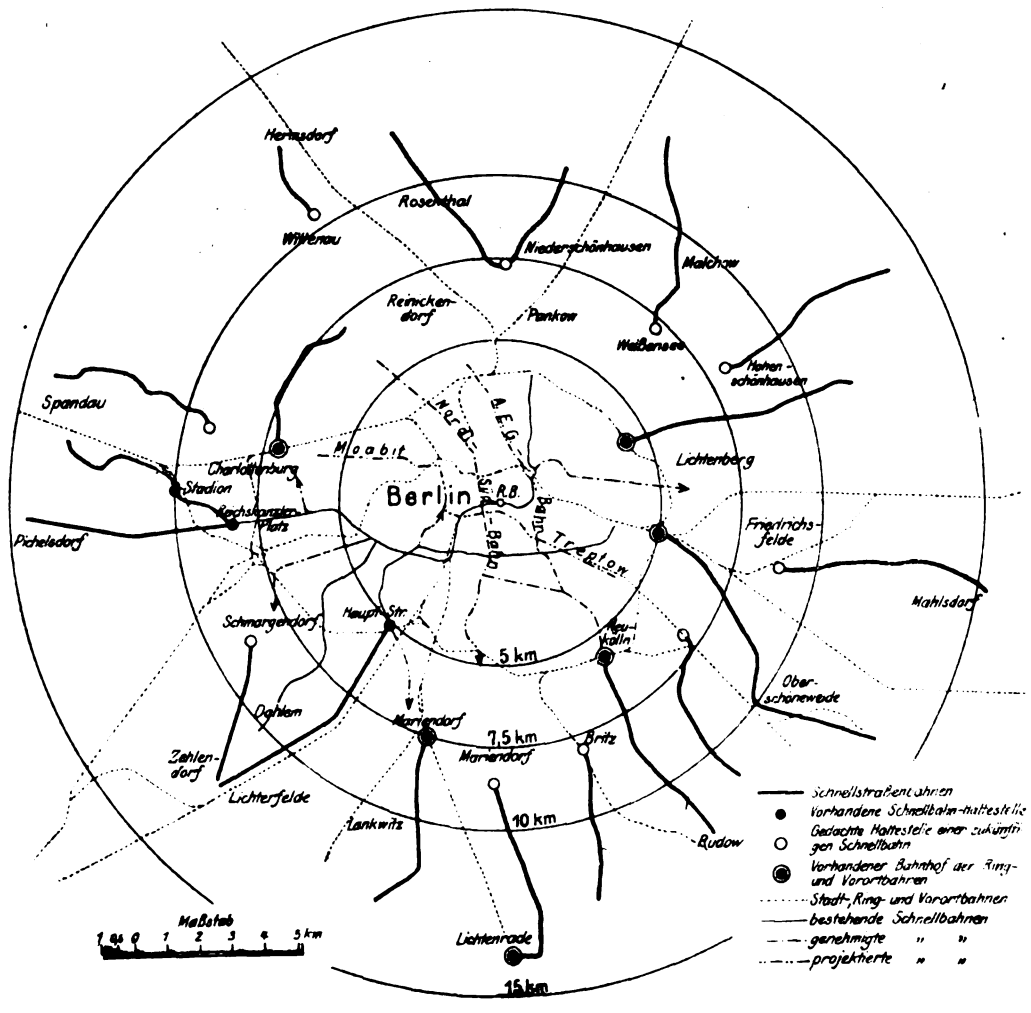


Abb. 1. Schnellstraßenbahnen in Groß-Berlin im Anschluß an Staats- und Schnellbahnen.

Digitized by Google

barkeit der Schnellstraßenbahnen für die vorliegenden Verkehrsbedürfnisse auch vornehmlich auf die Reisegeschwindigkeit bei den Schnellstraßenbahnen Wert gelegt und nachzuweisen gesucht, daß dieselbe wesentlich höher wie die der Straßenbahnen und auch höher als die der Schnellbahnen ist.

Bei dem Begriff „Schnellbahnen" darf man nicht an die Anlagen im Innern Berlins denken, und die im allgemeinen unter dem Namen „Hoch- und Untergrundbahnen" bekannt sind. Man verbindet mit diesen Bahnen in baulicher Hinsicht die Vorstellung, daß sie in, unter der Straßenfläche oder noch tiefer angelegten Tunnels oder auf Eisenkonstruktionen verlaufen. Diese Bauart ist aber eben nur im Innern von Städten erforderlich, wo die vorhandenen Häuser die für die Bahnanlage erforderliche Straßenbreite zwischen den Fronten nicht freilassen. In den Außenbezirken von Städten und gar dort, wo Bahnen die Geländeerschließung herbeiführen sollen, ist bei Aufstellung des Bebauungsplanes die Möglichkeit gegeben, die Hauptverkehrsstraße, welche die Bahn durchlaufen soll, so breit anzulegen, daß die Bahn oberirdisch verläuft. Dann gleicht die Schnellbahn in ihrer Anlage zur Straßenfläche ganz der Schnellstraßenbahn, die auf eigenem Bahnkörper verlaufen soll. Der Bahnkörper kann dabei nahezu im Niveau der Straße liegen oder tiefer, wie es bei der Einschnittbahn der Gemeinde Dahlem im Anschluß an die Wilmersdorfer Untergrundbahn der Fall ist; es ist aber nicht nötig, die Gleise so tief zu legen, wie dort, d. h. den Geländeeinschnitt der Bahn so tief anzulegen, da in Dahlem der Gedanke einer späteren Übertunnelung der Bahn beim Entwurf vorlag, über welche dann die Fahrstraße hinweg geführt werden sollte. Die Anrampungen des Einschnittes zu beiden Seiten der Bahn erfordern viel Terrain, das für die Bebauung verloren geht und die Anlagekosten der Siedlung erhöht. Es ist vorteilhaft und baulich durchaus ausführbar, die Bahnflucht höchstens einen Meter unter Straßenniveau zu legen und die Einfassungen der Längswände durch befestigte Böschungen oder kleine Betonwände auszuführen, um den Bahnkörper in der Breitenanlage möglichst schmal zu halten. Die Baukosten für den Bahnkörper werden somit bei Schnellbahnen und Schnellstraßenbahnen nahezu dieselben sein, und es wirkt nur verringernd auf die Baukosten bei Schnellstraßenbahnen ein, daß sie ohne Schranken und Signale angelegt werden; die Regelung der Zugfolge geschieht wie bei den Straßenbahnen durch Einhaltung des Fahrplans seitens des Wagenführers. Doch gerade dieser Umstand wirkt auf die Reisegeschwindigkeit einer Bahn ein, da derartig eingerichtete Bahnen in Deutschland nur mit Höchstgeschwindigkeiten von 30 bis 35 km/h gefahren werden dürfen, während bei den Schnellbahnen die behördlich zugelassene Höchstgeschwindigkeit zwischen zwei Haltestellen 50 km/h beträgt. Die Höchstgeschwindigkeit zwischen zwei Haltestellen ist aber von ausschlaggebender Bedeutung für die Reisegeschwindigkeit, vorausgesetzt daß die Höchstgeschwindigkeit nach Anlage der Bahn ausgenutzt werden kann. Unter Bahnanlage sind dabei die durch den Bau gewonnene Gleisanlage und die zugehörigen Fahrzeuge zu verstehen. Von der Einrichtung der Fahrzeuge hängt die auf Anfahren und Bremsen aufzuwendende Zeitdauer ab, wie die Gestaltung des Längenprofils der Bahn die Fahrtdauer beeinflußt. Große Zugkräfte, wie sie gerade bei den Einrichtungen der Schnellbahnwagen vorgesehen werden, wirken günstig auf die Dauer der Zeitverluste ein. Die in den Krümmungen einzuhaltenden Höchstgeschwindigkeiten, die behördlicherseits vorgeschrieben sind, sind bei beiden Bahnarten dieselben und beeinflussen in gleicher Weise die Reisegeschwindigkeit. Neben diesen infolge der Bauanlage der Bahn unvermeidlichen Zeitverlusten ist von besonderer Bedeutung für die Ausnutzung der Höchstgeschwindigkeit die Entfernung der Haltestellen. Je geringer diese ist, um so weniger ist die Möglichkeit vorhanden, die Höchstgeschwindigkeit zu erreichen. Giese hat auf dem Netz der bestehenden Hochbahngesellschaft Geschwindigkeitsmessungen ausgeführt und in seinem letzthin erschienenen Buch „Schnellstraßenbahnen" veröffentlicht, aus denen der Einfluß der Haltestellenentfernungen und der baulichen Anlage der Bahn auf die Reisegeschwindigkeit ersichtlich ist. Auf der Strecke Leipziger Platz—Hausvogteiplatz beträgt die Reisegeschwindigkeit bei einem mittleren Haltestellenabstand von 453 m 18,1 km/h, auf der Strecke Wittenbergplatz—Uhlandstraße bei 1195 m Haltestellenabstand 28,7 km/h. Da beim Netz der Hochbahn von der Innenstadt nach den Ausläufern die Haltestellenentfernungen zunehmen und der Verlauf der Strecken geradliniger wird, erhöht sich entsprechend von innen nach außen die Reisegeschwindigkeit von 21,6 km/h auf 26,5 km/h. Letzterer Reisegeschwindigkeit liegt ein Haltestellenabstand von 852 m zugrunde. Auf der Strecke Fehrbelliner Platz—Thielplatz mit 5,586 km Streckenlänge und 931 m mittlerem Haltestellenabstand erhöht sich sogar die Reisegeschwindigkeit auf 27,9 km/h. Hier liegen die baulichen Verhältnisse der Bahn besonders günstig: flache Krümmungen, geringe Steigungen. Das Ende dieser Strecke liegt auf dem 11-km-Ring mit der Reichsbank in Berlin am Hausvogteiplatz als Mittelpunkt, d. h. an derjenigen Grenze des Verbandsgebietes, von der ab die weitere Besiedlung erschlossen und durch Bahnanlagen gefördert werden soll.

In dieser Dahlemer Bahnanlage ist das Beispiel gegeben, wie weiter bei der Anlage von Geländeaufschlußbahnen zu verfahren ist: große Haltestellenentfernungen, damit Bahnen mit großer Höchstgeschwindigkeit, wie es Schnellbahnen sind, zu vorteilhafter Anwendung gelangen können. Bei der Lage der Haltestellen und ihrer gegenseitigen Entfernung ist nur auf das anfängliche Verkehrsinteresse der Siedlung Rücksicht zu nehmen, irgend welche theoretischen Erwägungen oder Erfahrungen, wie sie sich unter anderen Verkehrsverhältnissen herausgebildet haben, dürfen hier nicht mitsprechen. Nur beim generellen Entwurf der Siedlung und Aufstellung des Bebauungsplanes ist auf die spätere Entwicklung der Bahn Rücksicht zu nehmen, damit sich später in verkehrstechnischer Hinsicht richtige Haltestellenfolge ergibt. Bei der ersten Anlage aber sind die Haltestellen nur nach äußerstem Bedarf anzulegen, da es sich eben um Bahnen zur Geländeaufschließung handelt. Hier wird diejenige Verkehrsanlage am besten dem Siedlungsinteresse entsprechen, und berufen sein, das Verkehrsproblem Groß-Berlins zu lösen, welche die Außenbezirke so weit als irgend möglich in den Wirtschaftsbetrieb der Innenstadt einbezieht. Geschwindigkeitsmessungen auf der Dahlemer Schnellbahn haben ergeben, daß bei 2766 m gesamter Streckenlänge und 922 m durchschnittlichem Haltestellenabstand die Reisegeschwindigkeit zwischen Breitenbach-Platz und Thiel-Platz rd 32 km/h beträgt. Die Reisegeschwindigkeit der Schnellstraßenbahnen wird hiergegen zu 24 km/h angegeben. Bei einer 12 km langen Bahnstrecke werden darnach mit der Schnellstraßenbahn 30 min, mit der Schnellbahn aber nur 22,5 min Fahrtdauer beansprucht. Da in einer Minute etwa 80 m Wegstrecke zu Fuß zurückgelegt werden können, so bedeutet dieser Zeitgewinn, daß ein Reisender 600 m von der Haltestelle entfernt wohnen und in gleicher Entfernung seine Arbeitsstätte von der Bahnhaltestelle haben kann bei gleichem Zeitaufwand für die Fahrt allein auf einer Schnellstraßenbahn. Da wie bei der Dahlemer Schnellbahn bei einer Terrainaufschlußbahn die Haltestellen 900 bis 1000 m praktisch voneinander entfernt liegen, so bedeutet dies für die Entwicklung der Besiedlung, daß das ganze Terrain zwischen den Haltestellen in 600 m Tiefe zu beiden Seiten der Bahn bei einer Schnellbahnanlage verkehrstechnisch wesentlich günstiger gestellt ist als bei einer Schnellstraßenbahnanlage. Bei der noch heute vorherrschenden zweistündigen Mittagspause im Geschäftsleben Groß-Berlins spricht ein Zeitgewinn von 15 min, d. s. 12½%, sehr mit.

Anderseits ist aber zu beachten, daß die Schnellbahnen durch diese Überlegenheit in der Reisegeschwindigkeit gegenüber den Schnellstraßenbahnen den Bereich für die Einbeziehung der Außenbezirke in den Wirkungskreis Groß-Berlins wesentlich erweitern. Bei gleichem Zeitaufwand auf der Bahnfahrt von z. B. 30 min werden auf der Schnellstraßenbahn 12 km, bei Schnellbahnen aber 16 km zurückgelegt; der Halbmesser des Einflußbereichs um die Reichsbank am Hausvogteiplatz in Berlin wird also um 4 km größer, und verkehrstechnisch wird ein Einflußgebiet mit 20 km Halbmesser bei Schnellstraßenbahnen gleichwertig einem solchen mit 24 km Halbmesser bei Schnellbahnen. Das 20-km-Gebiet im Verbandsgebiet Groß-Berlins wird aber bei Aufschließung seiner Außenbezirke durch Schnellbahnen mit diesen verkehrstechnisch derartig in das Wirtschaftsgebiet der Innenstadt einbezogen, daß es für die im Ringe der 16- bis 20-km-Zone Wohnenden gleichbedeutend ist, als wenn alle auf der Grenze der 16-km-Zone angesiedelt wären. Wegen dieser günstigen Verkehrsverhältnisse wird sich die Besiedlung dieses äußersten Ringes also wesentlich schneller vollziehen durch Aufschließung von Schnellbahnen als Schnellstraßenbahnen. Die hier in Frage kommende Fläche der Außenbezirke umfaßt 11 300 ha; wird für diese eine Besiedlungsdichte von nur 60 Bewohnern f. d. ha angenommen, so bedeutet die Anlegung von Schnellbahnen an Stelle von Schnellstraßenbahnen, daß 678 000 Bewohner für das 20-km-Gebiet bei gleichem Reisezeitaufwand gewonnen werden. Die Erwerbsmöglichkeit und somit ihre Steuerkraft ist die gleiche wie die der am Rande der 16-km-Zone Wohnenden; wird die durchschnittliche Leistung eines Einwohners an der Staatseinkommensteuer nur mit 12,5 M und an der Gemeindeeinkommensteuer mit 15 M angenommen, so entfallen auf den Staat jährlich etwa 8,5 Mill. M und auf die Gemeinden etwa 10 Mill. M erhöhte Steuereinnahmen. Es wird also ein Kapital gewonnen, das zur Ermöglichung der Bahnanlagen im gewichtigen Maße mitspricht.

Auch der Anschluß von Zubringerlinien in der Richtung der Peripherie der Zone zum Aufschluß der toten Gebietszwickel zwischen den radial verlaufenden Hauptlinien ist wirtschaftlich viel eher durchführbar bei verkehrstechnisch hochwertigen Bahnen, da auf die Zubringerbahnen die Fahrzeitdauer entfällt, die auf der Hauptbahn durch die erhöhte Reisegeschwindigkeit erspart wird. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Entwicklung der Straßenbahnen an der Erkner-Linie und der Teltower Kreisbahnen in Lichterfelde. Für diese Zubringerbahnen ist die Schnellstraßenbahn das geeignete und beste Verkehrsmittel, nicht aber für die Verlängerung bestehender oder noch auszuführender Schnellbahnen in die Außenbezirke des 20-km-Verbandsgebietes.

Hiergegen spricht schon die Schwierigkeit in der betrieblichen Vereinigung beider Betriebe. Nach den Vorschlägen Gieses sind mehrere Ausführungsmöglichkeiten für den Anschluß zwischen Schnellbahn und Schnellstraßenbahn gegeben. Wird der Anschluß in zeitlich praktischer Weise durchgeführt, indem die Wagen der Schnellstraßenbahn in einem

Digitized by Google

Umsteigebahnhof mit Richtungsbetrieb eingeführt werden, wobei durch das Umsteigen ein Zeitverlust von etwa ½ min entsteht, so sind die Baukosten für den Bahnhof nicht unerheblich; die Kosten des Endbahnhofs der bestehenden Schnellbahn werden infolge Verbreiterung des Bahnhofs für die Einführung der Schnellstraßenbahngleise in denselben mindestens verdoppelt. Diese Kosten sind auf die der Schnellstraßenbahn aufzuschlagen.

Beim anderen für Groß-Berliner Verhältnisse brauchbaren Vorschlage für einen Anschluß zwischen Schnellbahn und Schnellstraßenbahn wird die Schnellstraßenbahn in Straßenhöhe an die Schnellbahn herangeführt, hierbei beträgt aber der Verlust durch Umsteigen über Treppenanlagen zur Schnellbahn 2 min; der Einfluß dieser Zeitverluste auf die berufliche Tätigkeit des einzelnen und auf die Entwicklungsfähigkeit der Außenbezirke ist schon oben dargetan.

Ein besonderer Vorteil der Schnellstraßenbahnen wird in ihrem geringen Anlagekapital gesehen; ohne Betriebsmittel, Stromerzeugungsstätte und Betriebswerkstätte werden die Baukosten zu 120 000 M/km Strecke angegeben; die Baukosten der Damm- und Einschnittbahnen nach Dahlemer Muster werden hingegen mit 1½ Mill. M f. d. km angesetzt. Es ist nicht ersichtlich, wodurch diese bedeutenden Baukosten entstehen, insbesondere der große Unterschied in den Baukosten beider Bahnarten. Die Einschnittbahn kann wie die Schnellstraßenbahn ohne tiefen Einschnitt oder Damm nahezu in Straßenhöhe verlaufen; um sie dem allgemeinen Bebauungsplan anzupassen, der alle 500 m eine zur Bahnachse senkrecht liegende und den Bahnkörper schneidende Verkehrsstraße vorsieht, wäre bei der Schnellbahn gegenüber der Schnellstraßenbahn eine Wegüber- oder Unterführung mehr vorzusehen. Das weiter die Anlagekosten der Schnellbahn Verteuernde sind die Haltestellen und die Signaleinrichtungen. Die Haltestellen als Außenbahnsteige angelegt, können wie bei Nebenbahnen und nebenbahnähnlichen Kleinbahnen aus einfachen Fachwerksgebäuden bestehen, die nur einen Warteraum und Fahrkartenverkaufsraum haben; im übrigen sind die Bahnsteige selbst offen wie die Haltestellen bei den Schnellstraßenbahnen mit je einem Zugang für jede Fahrtrichtung auf einem Bahnsteigende, Sperren, Einfriedigung und einigen Bänken. Diese Bahnhofsanlagen können also wesentlich einfacher gehalten sein als die bei der Dahlemer Einschnittbahn. Für die Signalanlagen würde man das neuerdings bei den Anlagen der Hochbahngesellschaft eingeführte selbsttätige Signalsystem verwenden, dessen Betriebsführung keinerlei Personal beansprucht, und dessen Betätigung von der Stammbahn aus erfolgt.

Sorgfältigst durchgeführte Berechnungen für Einschnittbahnen haben folgende Anlagekosten ergeben:

	für 1 km
Erdarbeiten, Gleis- u. Stromzuführung	200 000 M
Zugsicherungssystem	60 000 „
Haltestelle	20 000 „
Auf je 500 m eine Straßenüberführung bei etwa 1000 m Haltestellenentfernung je 80 000 M	160 000 „
zusammen . .	440 000 M

Die Baukosten stellen sich aber um mindestens 40 000 M geringer, sobald die Bahnanlage tunlichst, wie bei Schnellstraßenbahnen in Straßenhöhe gelegt und nur bei den Verkehrsstraßen über- oder unterführt wird. Dies ergibt, daß sich die Kosten der Schnellbahnen nur um 400000 M minus 120000 M gleich 280000 M/km höher stellen als die der Schnellstraßenbahnen. Bei 10 km langen Strecken, wie solche hier in Frage kommen, erhöht mithin bei 5%iger Verzinsung das größere Anlagekapital einer Schnellbahn gegenüber einer Schnellstraßenbahn den Zinsendienst für die Strecke und Jahr um 140 000 M oder um 14 000 M/km Bahn.

Prof. Giese hat festgestellt, daß etwa 110 km Schnellstraßenbahnen zum Bau in Frage kommen; diese, als Schnellbahnen ausgebaut, erfordern zu den festen, jährlichen Betriebskosten einen Zuschuß von 1,540 Mill. M, während der Gewinn an steuerzahlenden Bewohnern, wie oben dargetan, für Staat und Gemeinden etwa 18 Mill. M/Jahr beträgt. Es ist also unzweifelhaft, daß hier falsche Sparsamkeit angewendet würde, wenn bei ohne weiteres möglichen Anschluß von Schnellbahnen an bestehende Hoch- und Untergrundbahnen, wie es bei unmittelbaren Verlängerungen dieser der Fall sein kann, dem Bau von Schnellstraßenbahnen der Vorzug gegeben werden würde. Unter den von Giese in Vorschlag gebrachten Schnellstraßenbahnstrecken (siehe Abb. 1) sind derartige, unmittelbare Verlängerungen von bestehenden Schnellbahnen die Linien über Station Stadion der Hochbahngesellschaft nach Spandau, wie über Reichskanzlerplatz nach Pichelsdorf, und die Verlängerung der Schöneberger Linie über Station Hauptstraße nach Steglitz—Lichterfelde—Zehlendorf oder durch das Schöneberger Südgelände nach Steglitz—Lankwitz—Marienfelde. Durch diese Linien werden sehr wichtige Gelände in dem zwischen der 10- und 15-km-Zone liegenden Ringe des Verbandsgebietes der Siedlung erschlossen; die Gebiete sind noch ziemlich unbebaut und lassen sich dadurch die Bahnlinien günstig und preiswert als Schnellbahnen mit offenem Bahnkörper führen. Aber auch andere Linien, wo der Ausbau des innerstädtischen Untergrundbahnnetzes noch nicht zur Betriebsaufnahme geführt hat oder der Ausbau durch den Kriegszustand in Rückstand geblieben ist, können als Schnellbahnen mit offenem Gleiskörper in Frage kommen, um wertvolle Außenbezirke Groß-Berlins innerhalb der 20-km-Zone dem zentralen Wirtschaftspunkt Berlins brauchbar näher zu rücken. So bieten die im Bau befindlichen Untergrundbahnanlagen der Nord-Süd-Bahn und der A.E.G.-Bahn für Orte wie Rosenthal, Wittenau, Frohnau im Norden, und Tempelhof, Mariendorf, Britz, Rudow im Süden die Möglichkeit, durch offene Schnellbahnen dem Berliner Schnellbahnnetz angegliedert zu werden. Auch der nur durch den Kriegszustand zurückgestellte Ausbau der Frankfurter-Allee-Linie der Hochbahngesellschaft vom Alexanderplatz aus stellt den Bau einer offenen Schnellbahn nach Lichtenberg, Friedrichsfelde, Mahlsdorf in nicht allzu weite Ferne. Der gleichfalls im Projekt vorliegende Bau der Untergrundbahnlinie des Zweckverbandes von der Huttenstraße im Nordwesten Berlins nach Treptow schafft weitere Möglichkeit für die den Endpunkten der Linie vorgelagerten Vororte für einen Anschluß durch offene Schnellbahn an das Berliner Schnellbahnnetz.

Auch was die Betriebskosten anbetrifft, so sind diese bei Schnellbahnen und Schnellstraßenbahnen für die reinen Zugförderungskosten und die Unterhaltung der Strecke nahezu die gleichen, da die Betriebsdurchführung wie Zugfolge, Wagen, Personal auf beiden Bahnen dieselbe ist. Bei den Schnellbahnen kommen die Stations- und Abfertigungskosten hinzu; doch sind diese bei der Einfachheit in der Abwicklung des Stationsdienstes so gering, daß sie kaum nennenswert mitsprechen. So sind auf den Bahnhöfen der Dahlemer Einschnittbahn heute nur noch zwei Personen zur Abwicklung des gesamten Verkehrs tätig. Auch diese geringen Mehrkosten sprechen gar nicht mit bei den großen allgemeinen wirtschaftlichen Vorteilen, die in der Vereinheitlichung dieser als offene Schnellbahnen gedachten Ausläufer mit den Hauptschnellbahnen liegen. Für die Aufschließung der Außenbezirke müssen Verkehrsmittel geschaffen werden, die mit den bestehenden verschweißt, nicht aber diesen angefügt werden; sonst bleibt das Geschaffene Stückwerk. Es ist falsch, zu sagen, daß mit Rücksicht auf die weniger dichte Bauweise und entsprechend geringere Besiedlung Schnellbahnen nur in seltenen Fällen in Betracht kommen; erst recht muß hier das vollkommenste Verkehrsmittel zur Verfügung gestellt werden, um die weiter entfernt liegenden Gemeinden um so inniger mit dem Verkehrszentrum zu verschmelzen, und in ihren Bewohnern nicht das Empfinden wach werden zu lassen, daß ihre Wohnstätte eigentlich vom Wirtschaftszentrum abseits liegt. Das größere und entferntere Siedlungsgebiet muß durch die Verkehrsanlagen auf die frühere Wirtschaftseinheit zurückgeführt werden; zur Erreichung dieses Zieles kann ihre Fahrgeschwindigkeit gar nicht hoch genug gewählt werden, insbesondere beim Aufschluß und Beginn einer Siedlung; somit Haltestellen anfangs nur in unbedingt notwendiger Anzahl und so weit als irgend möglich voneinander entfernt! Erst allmählich mit zunehmender Entwicklung an der Haltestelle und längs der Bahnlinie wird sich das Einschieben weiterer Haltestellen erforderlich machen. Diese Entwicklung zeigt in typischer Weise die Stadt- und Ringbahn, bei welcher auch erst mit der Entwicklung der Gebiete längs der Bahn Haltestellen wie Ebersstraße, Hohenzollerndamm, Witzleben u. a. entstanden sind. Auch bei den Haltestellen selbst wieder ist von einer Entwicklung zu sprechen, indem erst ein Ende und hier nur eine Seite dem Betriebe eröffnet wird und erst mit fortschreitender Siedlung weitere Zugänge geschaffen werden. Dies ist natürlich von erheblichem Einfluß auf Bau- und Betriebskosten, und nur so ist es möglich, daß wie auf der Dahlemer Einschnittbahn bei den Haltestellen Fahrkartenkontrolle und Zugabfertigung in einer Person vereinigt wird.

Anderseits dürfte darin, daß besondere, vom Berliner Schnellbahnnetz losgelöste Bahnanlagen, wie es Schnellstraßenbahnen sind, geschaffen werden, eine nicht unerhebliche Verteuerung des Betriebes liegen. Prof. Giese sieht die Möglichkeit zur Anlage von 19 derartigen Schnellstraßenbahnen; die einzelnen Strecken sind verhältnismäßig kurz, von etwa 10 km Streckenlänge. Die Frage, wer diese betreiben soll, ist offen gelassen. Ist jede Strecke für sich als Betriebseinheit aufzufassen, oder erfolgt die Betriebsleitung durch den Betrieb, für welchen die Schnellstraßenbahn Zubringerbahn ist? Da wo es sich um bestehende Schnellbahnen oder Straßenbahnen als Hauptbahnen handelt, ist vielleicht die Verwaltung dieser Bahnen geneigt, die Betriebsleitung zu übernehmen; aber wie steht es dort, wo sich die Schnellstraßenbahnen an die staatlichen Vorortbahnen anschließen? Eine selbständige Betriebsleitung dieser kleinen Bahnen stellt sich natürlich teuerer als im Anschluß an große Bahnunternehmen. Werden diese Mehrkosten kapitalisiert, so sind bald die in den Anlagekosten bei Schnellstraßenbahnen ersparten Kapitalien für Schnellbahnen mit offenem Bahnkörper zu schaffen. Aber auch bei Schnellstraßenbahnen als Anschlußbetriebe an bestehende Schnell- und Straßenbahnen sind besondere Betriebsverteuerungen vorhanden, da Haupt- und Anschlußbetrieb mit verschiedenen Wagen ausgestattet sind, so daß die Schnellstraßenbahnen besondere Schuppenanlagen zum Einstellen der Fahrzeuge und für die Ausführung der Reparaturen benötigen.

Letztere Schwierigkeit ist nicht zu umgehen, wenn die Schnellstraßenbahnen, wie eingangs dargetan, zur Einrichtung von Nebenlinien Verwendung finden, die seitlich zur Hauptlinie verlaufen; doch sollte diese bei unmittelbarer Fortführung der Hauptstrecke selbst vermieden werden, indem die Nebenlinie als Schnellbahn mit offenem Bahnkörper ausgeführt wird.

Digitized by Google

Alle diese Gesichtspunkte führen dazu, daß Verlängerungen von bestehenden Schnellbahnen, wie sie sich nach Spandau, Pichelsdorf, Lichterfelde, Zehlendorf heute darbieten, in technischer, wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht, selbst nur als Schnellbahnen ausgeführt werden können. Nur als solche werden diese Bahnen ihren Zweck erfüllen und das werden, was sie sein sollen: Pioniere für die Erschließung kostbaren Siedlungslandes in Groß-Berlin.

Die Wohnfrage ist ohne die Verkehrsfrage nicht zu lösen. Soll eine weite und gesunde Bauart das Erstrebenswerte der Zukunft sein, so können nur die technisch vollkommensten Verkehrsmittel dieses Bestreben fördern und zum Erfolg führen.

Die durch solche Bahnen aufgeschlossenen Gebiete werden sich schnell besiedeln und den Verkehr schaffen, den die wirtschaftliche Erhaltung der Bahnen erfordert. Hierzu ist es auch erforderlich, daß neben dem Bau von Bahnen in die Außenbezirke an den Ausbau des Berliner Schnellbahnnetzes selbst herangetreten wird. Für die Außenbezirke läßt sich nur etwas Vollkommenes schaffen, wenn der Innenausbau des Schnellbahnnetzes Groß-Berlin vorliegt. Leider wirkt gerade hier der Kriegszustand in nachteiliger Weise hemmend.

Über Elektromagnete für kriegschirurgische Zwecke.

Von **Dipl.-Ing. Rob. Schumann**, Düsseldorf.

Übersicht. **Es wird auf die Bedeutuug der Geschoßsplitter-Elektromagnete als Spezialinstrumente der Kriegschirurgie und auf die mit diesen im Felde erzielten Erfolge verwiesen unter Angabe der Ursachen der Mißerfolge.**

Nach Hinweis auf den Unterschied der Felder des Augenmagnets und Geschoßsplittermagnets folgt eine Beschreibung der wesentlichen Teile sowie der konstruktiven Vervollkommnungen des größten Geschoßsplittermagnets und seiner Sonden unter Mitteilung der magnetischen Leistung beider im Felde verwendeten Bauarten. Außerdem wird noch eine Neukonstruktion eines vorwiegend für augenärztliche Anwendung bestimmten Elektromagnets erläutert.

Herr Prof. Dr. du Bois beschreibt in der „ETZ" 1918, S. 173 und 184, die beiden nach seinen Berechnungen von der Siemens & Halske A. G. konstruierten Elektromagnete für Heilzwecke, die besonders für magnetische Darmbehandlung und für die Eisensplitterentfernung aus dem Auge bestimmt sind. Durch die Anforderungen des Krieges hat nun das Anwendungsgebiet der Magnettherapie eine so erhebliche Erweiterung erfahren, daß diese Verwendungsmöglichkeiten des Elektromagnets nur einen Bruchteil dieses Gebietes darstellen. Einige weitere Mitteilungen außer den in der „ETZ" und an anderen Stellen erschienenen[1]) über diese von mir als Geschoßsplittermagnete bezeichneten Instrumente, über ihre besonderen Eigenschaften, ihre Anwendungsart, Leistung, Erprobung usw. dürften daher als Ergänzung zu der obigen Veröffentlichung auch an dieser Stelle Interesse finden, wenn auch ein näheres Eingehen auf die Berechnung dieser Elektromagnete sowie auf die Vorversuche, welche zu ihrer Ausbildung führten bzw. für die magnetische Disposition entscheidend waren, teils aus militärischen Gründen, erst später erfolgen kann.

Diese Spezialinstrumente der Kriegschirurgie hatten sich in dem anfänglichen Streit der Meinungen über ihre erfolgreichen Anwendungsmöglichkeiten nach endgültiger Klärung der Fragen in der Verwundetenfürsorge sehr bald als ein unentbehrliches kriegschirurgisches Hilfsmittel erwiesen, besonders nachdem im Frühjahr 1915 Prof. Dr. Sultan mit einem nach meinen Berechnungen und Konstruktionen für kriegschirurgische Zwecke gebauten Elektromagneten mittlerer Größe seine besonders für die Heilung schwerer Geschoßsplitterverletzungen (Gehirn, Herz und andere lebenswichtige Organe) so bedeutsamen Operationen[1]) mit vollem Erfolg durchführen konnte, über welche auch an dieser Stelle[2]) bereits kurz berichtet wurde[3]).

Ein für Geschoßsplitteroperationen bestimmter Elektromagnet muß im Gegensatz zum großen Augenmagnet, bei welchem es sich vorwiegend um das Vorholen kleinerer Splitter aus etwa 25 mm größter Tiefe (meist ohne Sonden) in die vordere Augenkammer handelt, ein erheblich tieferes und stärkeres Feld besitzen, das auch noch bei Verwendung geeigneter Sonden Splitter jeder Größe bis zu einer Tiefe von etwa 100 mm[4]) genügend zu sättigen vermag. Dazu sind bei größter Felddichte und Tiefe die auch bereits für große Augenmagnete von den Ärzten geäußerten Wünsche, wie größte Handlichkeit, übersichtliches Operationsfeld, leichte Transportfähigkeit (Fahrbarkeit) usw. in erhöhtem Maße zu erfüllen.

Bereits in der „ETZ" 1917, S. 509, wurde eine kurze Beschreibung und Abbildung des seit Anfang 1917 im Felde verwendeten großen Geschoßsplittermagnets gegeben. Die neueste in Abb. 1 dargestellte Bauart weist gegenüber dieser früheren noch einige Verbesserungen auf, von denen ich besonders auf das geteilte, für den kleineren Raumbedarf beim Transport einschwenkbare Gegengewicht hinweise. Bezüglich der Eigenart der konstruktiven Anordnung dieses Instruments diene noch folgendes als Ergänzung zu der oben erwähnten kurzen Beschreibung:

Der leicht fahrbare Elektromagnet ermöglicht trotz seines Gesamtgewichts von etwa 275 kg dem Arzt eine leichte und schnelle Handhabung am Operationstisch, wozu neben den weitgehend durchgebildeten Bewegungsmöglichkeiten (um vier Achsen verstellbares System der Aufhängung) die statisch günstige Verteilung und Ausgleichung der Massen bei hoher dynamischer Standsicherheit, sowie die ausgiebig verwendete Kugellagerung beitragen. Trotz der für die Verwendung am Operationstisch unbedingt erforderlichen kleinen Sockelgrundfläche ist die dynamische Standsicherheit infolge des tiefliegenden Schwerpunktes (tief angeordnete Gegengewichte) so groß, daß ein Kippen nicht zu befürchten ist. Der eigentliche Magnet läßt sich an seinem Auslegerarm um 360° um die senkrechte Spindelachse drehen und infolge der vorhandenen Verstellungsvorrichtungen auf jeden Punkt des Raumes innerhalb dieses Bereiches in allen in Frage kommenden Höhenlagen sofort einstellen.

Der in den Sockel eingebaute Regulieranlasser gestattet bei Spannungen von 110 bis 250 V die Anwendung von Stromstärken bis rd 24 A, wobei Erregungen bis über 70 kAW erreicht werden können[1]).

Über die Ausbildung des eigentlichen Elektromagnets können jetzt aus den eingangs erwähnten Gründen nur einige kurze Angaben mitgeteilt werden, Ausführlicheres muß für spätere Veröffentlichungen nach Beendigung des Krieges vorbehalten bleiben. Der aus besonders weichem Spezialflußeisen bestehende Magnetkern trägt an seinem rückwärtigen Ende einen auf Grund eingehender Versuche bezüglich Form und Größe der Eisenmasse besonders ausgebildeten Gegenpolflansch, welcher bei gleicher Erregung eine erhebliche Steigerung der Dichte und Tiefe des Feldes am Arbeitspol zur Folge hat. Dieser zugleich für die Magnetaufhängung verwendete Gegenpolflansch ist eine weiter vervollkommnete Form der auch von Herrn Prof. Dr. du Bois bei seinen Magneten[2]) angewandten bekannten Scheibe, mit welcher auf meine Veranlassung bereits 1902 die Augenmagnete der

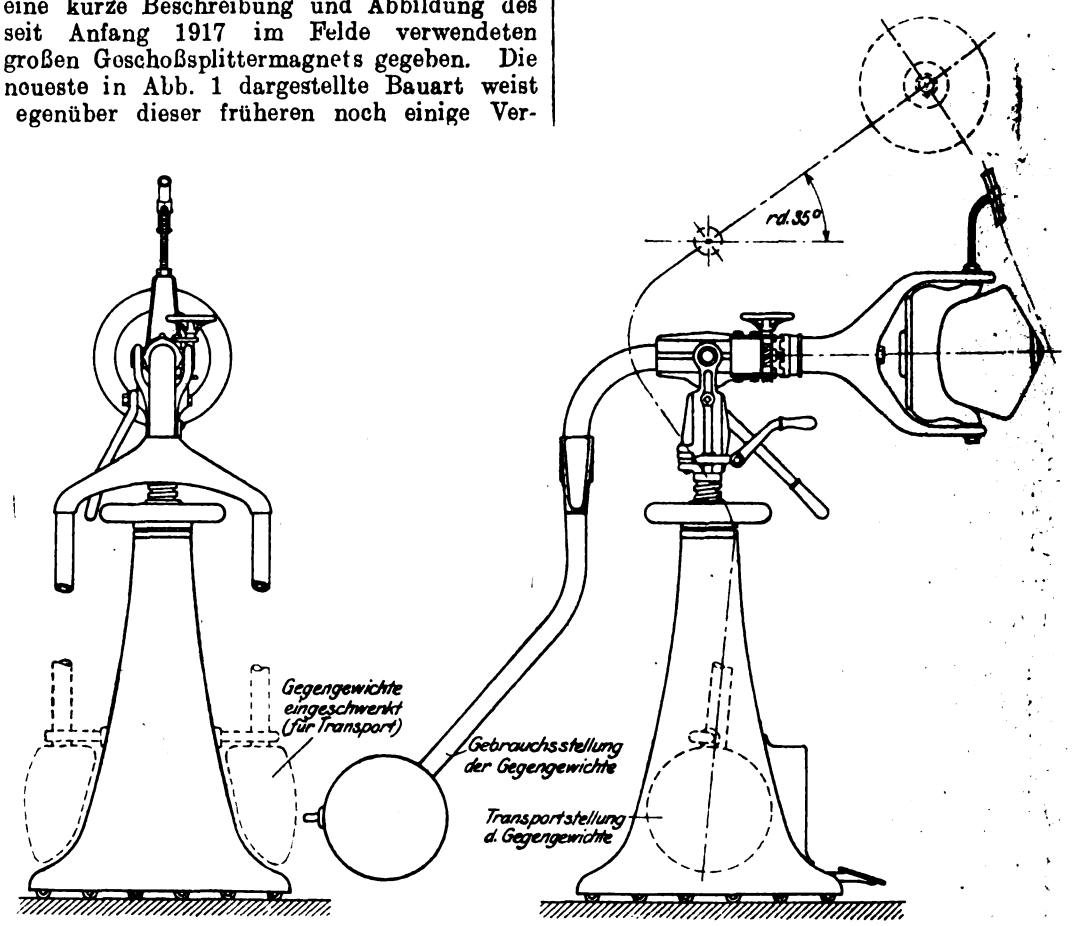


Abb. 1. Großer, einschwenkbarer Geschoßsplitter-Elektromagnet, Bauart GM5n.

---

[1]) Vgl. u. a. „ETZ" 1915, S. 868; 1917, S. 509. „Umschau" 1917, Nr. 9.

[1]) „Deutsche Medizin. Wochenschr." 1916, S. 717.

[2]) Vgl. „ETZ" 1917, S. 509.

[3]) Etwa vorher in der Kriegschirurgie bei Anwendung der Magnettherapie erzielte Mißerfolge sind z. T. auf die behelfsweise Verwendung ungeeigneter Magnete (Augenmagnete, im Felde improvisierte Magnete usw.) zurückzuführen; hinzu kommt noch, daß bei solchen Operationen leider sehr häufig die Eigenschaften des magnetischen Feldes, welche zu erfolgreicher Splitterentfernung die Einhaltung gewisser Vorsichtsmaßregeln erfordern, nicht genügend beachtet worden waren, so daß Mißerfolge unberechtigterweise dem Magnet zur Last gelegt wurden, während sie nur auf seine falsche Anwendung zu buchen sind.

[4]) Gegenwärtig wird der Geschoßsplittermagnet auch in den Pferdelazaretten erprobt, wobei sehr oft Splitter jeder Größe aus noch erheblich größeren Tiefen zu entfernen sind.

[1]) Für Wechselstromanschluß hat sich der Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Parallelwiderstand sehr gut bewährt.

[2]) „Die Naturwissenschaften" 1915, S. 389, 392. „ETZ" 918, S. 173, 174, Abb. 5.

Digitized by Google

Firma A. Schumann, Düsseldorf[1]), zur Erhöhung der Zugkraft versehen wurden.

Die nach beiden Seiten konisch verlaufende Spule (oxydierter Aluminium-Vierkantdraht) ermöglicht dem Arzt die vollkommene Übersichtlichkeit des Operationsfeldes, sie reicht mit ihrem vorderen Ende bis an die Basis des in Spitze und Stumpf unterteilten Kegelpoles, dessen Erzeugende je nach der Verwendungsart des Magnets im Winkel von 35 bis 55° zur Kegelachse ausgeführt wird. Um eine vollkommene Sterilisation der Polarmaturen zu ermöglichen, ist der Kegel zweifach parallel zur Grundfläche geschnitten, die mit ihrem Gewindeschaft in den Kern einschraubbare, gegen Sonden und Ansätze besonderer Form auswechselbare Kegelspitze preßt so den Kegelstumpf mit seiner Basis auf die Kernfläche (siehe auch Abb. 2 Teile c_1, c_2, c_3).

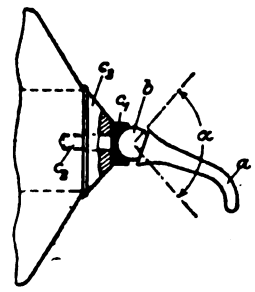


Abb. 2. Kugelgelenksonde.

Eine sehr helle, allseitige Beleuchtung des Operationsfeldes, welche wegen Zerstörung des Fadens im Magnetfeld nicht durch in der Nähe des Arbeitspoles angeordnete Glühlampen normaler Form erfolgen kann, ist in der Weise erreicht, daß eine mit Überspannung brennende kleine Speziallampe außerhalb des Feldes etwa in der Ebene der Indifferenzzone so angeordnet ist, daß durch ein besonderes optisches System das Operationsfeld durch ein nur schwach divergierendes Lichtbündel hell erleuchtet wird. Der Durchmesser des Lichtkreises kann je nach der Art der Operation (augenärztliche oder chirurgische) von etwa 80 bis 70 mm durch einen Tubus verändert werden. Da der das optische System nebst Glühlampe tragende biegsame Metallschlauch auf jeden der den Magnet tragenden Lagerzapfen aufgeschraubt werden kann, so ist trotz Fortfalls des früher vorgesehenen Gleitbogens mit Schlitten (siehe Abb. 5, „ETZ" 1917, S. 510) die allseitige Beleuchtung des Operationsfeldes ermöglicht. Ferner behält die Lichtquelle ihre Lage zur Magnetspitze auch bei jeder Verstellung des Magnets bei. Bezüglich der Anordnung der übrigen Teile sei auf die oben erwähnten Veröffentlichungen verwiesen.

Die kleinere und die größere Bauart dieses Geschoßsplittermagnets haben sich in den Kriegs- und Heimatlazaretten sowohl für chirurgische als auch für augenärztliche Anwendung durchaus bewährt[2]). Über die Zugkraftleistung der beiden Elektromagnettypen, welche, wie üblich, nach der Kugelsprungmethode von Türk ermittelt wird, seien noch die nachstehenden Werte mitgeteilt. Die relative Zugkraft $F = \frac{g+G}{g}$ wird mit einer mit verschiedenen Gewichten G^{gr} belasteten, Stahlkugel von 3,98 mm Durchmesser als Vielfaches des Kugelgewichtes $g = 0{,}257$ g gemessen, u. zw. ergaben sich z. B. für zwei im Gebrauch befindliche Instrumente für die verschiedenen Gewichte folgende Sprunghöhen x in mm der belasteten und der unbelasteten Stahlkugel:

A) Kleines Modell Bauart G M 5. Erregung: rd 36,5 kAW. Aufgenommene Leistung: rd 2,5 kW. Kegelwinkel: 90°. Kegelspitze: abgerundet.		B) Großes Modell Bauart G M 5 n. Erregung: rd 60 kAW. Aufgenommene Leistung: rd 3,75 kW. Kegelwinkel: 110°. Kegelspitze: abgerundet.	
F	x mm	F	x mm
1	95,0	1	125,0
10	43,0	15	49,0
20	32,0	20	43,0
30	27,0	30	35,5
40	24,0	40	31,0
50	21,5	50	27,5
60	19,5	60	26,0
70	18,5	70	24,0

Bei abgestutzter Polspitze mit Kegelwinkel von 70 bis 80°, sowie bei Verwendung von schwedischem Holzkohlen-Kerneisen und Polansätzen aus Kobalteisen lassen sich diese Werte noch wesentlich steigern.

Über Form und Art der verwendeten Sonden ist noch folgendes zu bemerken. Unter diesen haben sich für Geschoßsplitteroperationen die nach den Angaben von Prof. Dr. Sultan und Prof. Dr. Wieting von mir ausgebildeten Polansätze von fingerartiger, gestreckter oder schwach gekrümmter Form (Abb. 2, Teil a) sehr gut bewährt, Diese konischen Sonden verschiedener Länge und Dicke von etwa 40 mm Basisstärke werden in den Wundkanal, der zu dem durch die Röntgenaufnahme nach Lage und Tiefe (wenn möglich)[1]) genau bestimmten Splitter führt, eingelegt, so daß die Sondenspitze den Splitter berührt oder wenigstens in seiner unmittelbaren Nähe liegt. Hierbei läßt sich die auf Anregung von Prof. Dr. Wieting besonders für Gehirnoperationen hergestellte Sonde a (Abb. 2), welche an ihrem rückwärtigen Ende in eine Kugel b ausläuft, getrennt vom Magnet (und vor Anwendung desselben) also unter größter Schonung des Gewebes bis zum Splitterort einführen. Alsdann wird der im entsprechenden Kugelradius pfannenartig ausgedrehte zweiteilige Kegelstumpf (c_2, c_3) des Poles auf die rückwärtige Kugel (b) der Sonde aufgelegt (was sich infolge der vielseitigen und leichten Einstellmöglichkeiten des eigentlichen Magnets bei der Operation sofort durchführen läßt), so daß Sonde und Pol ein magnetisches Ganzes bilden.

Diese kugelgelenkartige Sonde gestattet natürlich leicht selbst eine noch bei der Operation erforderlich werdende Verstellung von Magnet und Sonde, ohne daß letztere aus dem Wundkanal vorher entfernt werden muß. Näheres über die chirurgische Art der Anwendung des Geschoßsplittermagnets enthält die bereits oben angeführte ausführliche Arbeit von Prof. Dr. Sultan, sowie die im August 1918 (Heft 35 in der Münch. Mediz. Wochenschr.) von Prof. Dr. Wieting erschienenen, ausführlichen Mitteilungen über die bei Steckschüssen mit dem großen Geschoßsplittermagnet erzielten Erfolge.

Abb. 3 zeigt noch eine erst kürzlich von mir konstruierte Form eines Magnets, welcher in dieser leichteren Bauart vorwiegend für augenärztliche Zwecke bestimmt ist, der jedoch durch besondere Anordnung des Auslegers bis zu gewissem Grade auch eine chirurgische Anwendung erlaubt. Die Art der Aufhängung des eigentlichen Magnets ist die gleiche, wie die des großen Modells G. M. 5 n, so daß infolge der Drehbarkeit um 4 Achsen auch bei dieser kleineren Bauart G. M. 3 n eine gleich leichte Einstellung gewahrt ist.

Eine besondere Höhenverstellung des Lagers L mittels Handrad und Spindel wie bei den Bauarten G. M. 5 und G. M. 5 n ist, da für augenärztliche Anwendung nicht erforderlich, nicht vorgesehen, sondern nur eine Drehung des die drehbare Magnetgabel tragenden Auslegers um die Lagerachse L, sowie um die senkrechte Sockelachse A B. Hierbei ist das

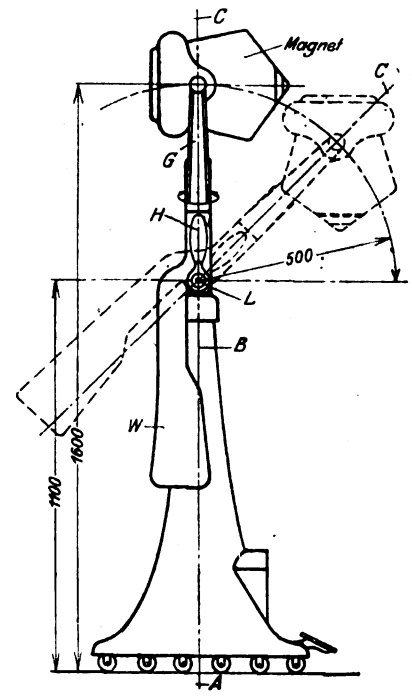


Abb. 3. Großer Elektromagnet für augenärztliche Zwecke.

Gegengewicht W zylindermantelförmig ausgebildet, so daß es in der gezeichneten senkrechten Stellung der Achse C den Sockel umschließt. Der Ausleger läßt sich infolge nahezu indifferenten Gleichgewichtes mittels des Handhebels H in jeder Lage leicht feststellen. Die Zugkraftleistung dieses Magnets liegt bei einer Erregung von 40 bis 50 kAW etwa in der Mitte derjenigen der beiden Geschoßsplittermagnete.

Die Ausbildung dieser Konstruktion des Geschoßsplittermagnets wurde durch manche Anregungen von Prof. Dr. Sultan, Prof. Dr. Hertel, Straßburg, Stabsarzt Dr. Mühsam und Prof. Dr. Wieting wesentlich gefördert, und ich bin hierfür diesen Herren sowie dem Herrn Feldsanitätschef, Exzellenz v. Schjerning für die Förderung meiner Bestrebungen durch Einführung und Anwendung dieses Geschoßsplittermagnets in zahlreichen Kriegslazaretten zu großem Dank verpflichtet, der noch in besonderem Maße Exzellenz v. Schjerning gebührt, insofern, als durch die angeordnete, umfangreichere Verwendung von Geschoßsplittermagneten in den Front- und Heimatlazaretten einer sehr großen Zahl der Schwerverwundeten Hilfe und vollständige Wiederherstellung gebracht werden konnte.

Das Schalten großer Gleichstrommotoren ohne Vorschaltwiderstände.

Von W. Linke †, Chemnitz.

(Schluß von S. 455.)

Ich möchte ferner noch einige Worte sagen über das elektrische Verhalten der Motoren bei den plötzlichen Einschaltstromstößen.

Bei den oben wiedergegebenen Versuchen fand ich, genau wie Herr Trettin, daß verhältnismäßig hohe Einschaltstromstöße ohne Schwierigkeiten vom Motor kommutiert werden. Beispielsweise der 4-fache Wert des normalen Stundenstromes verursachte kein oder nur ein minimales Feuer. Herr Trettin führt

[1]) „Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde" 1904. Dr. Asmus: „Mitteilung über den Schumannschen Augenelektromagnet".

[2]) Die Erwartungen, welche man nach den eingehenden Untersuchungen und Operationen von Prof. Dr. Sultan, die die Haltlosigkeit der von ärztlicher Seite geäußerten Bedenken (siehe v. Hofmeister. Kriegschirurgische Hefte 1915, Heft 1, S. 166) zweifelsfrei erwiesen, auf diese Anwendung der Magnettherapie setzte, haben sich in vollem Maße erfüllt, so daß neben vielen leichter Verletzten nunmehr auch einer großen Zahl Schwerverwundeter (selbst bei mehrere Monate alten Verletzungen) geholfen werden kann, deren Rettung sonst nicht möglich ist.

[1]) Hierbei ermöglicht sehr oft erst der Elektromagnet dem Chirurgen die Bestimmung des Splitterortes, besonders dort, wo es sich um kleine, im Röntgenbild garnicht oder nur schwer erkennbare Splitter handelt. (S. a. „Deutsche Med. Wochenschrift" 1916, S. 718 u. 719.)

Digitized by Google

diese Tatsache darauf zurück, daß der Stromstoß nur sehr kurze Zeit dauert und infolgedessen die Kohlen nicht Zeit hätten, zum Glühen bzw. zum Funken zu kommen. Im Gegensatz hierzu glaube ich, daß die Ursache des funkenlosen Anlaufes bei dem hohen Stromstoß vielmehr dem Umstande zuzuschreiben ist, daß die Drehzahl des Motors und damit die Reaktanzspannung in der kurzgeschlossenen Spule während des hohen Stromstoßes noch verhältnismäßig niedrig sind. Es ist ja bekannt, daß, je weiter man die Drehzahl einer Maschine heruntersetzt, die Funkengrenze heraufgesetzt wird. So konnte auch z. B. ganz einwandfrei beobachtet werden, daß bei dem Oszillogramm Abb. 8, bei dem der Strom nur ganz kurzzeitig auf 1530 A anstieg, das Funken der Bürsten mindestens ebenso stark war, als bei dem Oszillogramm Abb. 8, wo der Stromstoß von etwa 1420 A unvergleichlich länger dauerte bzw. langsamer abklang.

So wenig ich also in vielen Einzelheiten mit den Ausführungen und Schlußfolgerungen des Herrn Trettin übereinstimme, so will ich doch das Verdienst des Herrn Trettin in keiner Weise schmälern, das er durch seine Arbeit sich erworben hat, und das meiner Ansicht nach allerdings nicht darin besteht, daß er die vermeintliche Kurzschlußgefahr beseitigt hat (daß ein Einschalten eines Motors unter solchen Bedingungen, daß der stationäre Kurzschlußstrom gleich dem 4-fachen Normalstrom ist, keinen Kurzschluß bedeutet, ist mindestens jedem Maschinenfachmann bekannt), sondern darin, daß er gezeigt hat, daß man auch in der Praxis in Ausnahmefällen beim Einschalten kurzzeitig wesentlich höheren als den Normalstrom zulassen kann, ohne Gefahr für die Stromerzeuger, für die Anlage und die Sicherheit des Betriebes, und daß man in einzelnen Fällen die umfangreichen Anlaßapparate auf Kosten eines höheren Stromstoßes weglassen kann.

Die oben angeführten Beispiele zeigen allerdings, daß die gänzliche Weglassung von Anlaßwiderständen praktisch nur in einer sehr beschränkten Anzahl von Fällen, wo die elektrischen Verhältnisse für das Anlassen außerordentlich günstig sind, möglich ist, und daß selbst in den günstigsten Fällen die Stromstöße kurzzeitig den 3- bis 4-fachen normalen Wert besitzen. Daß solche Stromstöße mindestens unerwünscht sind und auf die Dauer auch wahrscheinlich einen schädlichen Einfluß auf die Stromerzeuger (Dynamo- oder Akkumulatorenbatterie) und auf die mechanische Festigkeit des Motors und des Antriebes haben, ist selbstverständlich. Es ist also sicher erwünscht, wenn es möglich ist, auch diese kurzzeitigen Stromstöße zu mildern und auf den Wert des Normalstromes herunterzubringen.

Ich will nun im folgenden kurz zeigen, daß es möglich ist, mit einer einzigen Widerstandsstufe, die nur ganz kurzzeitig eingeschaltet ist, erstens zu erreichen, daß der Stromstoß ganz wesentlich kleiner, und etwa auf den Wert des Normalstromes heruntergebracht wird, und daß zweitens dieser einstufige Widerstand so klein bemessen werden kann, daß die Anordnung in bezug auf Gewicht und Kosten der Gesamtanlage dem gänzlich widerstandslosen Einschalten praktisch gleich kommt, d. h. daß Gewicht und Preis der einen Widerstandsstufe gegenüber den Motorverhältnissen geradezu verschwinden. Legt man in den Kreis des einzuschaltenden Motors zunächst einen Widerstand, der so bemessen ist, daß der stationäre Kurzschlußstrom etwa gleich dem Normalstrom wird, so findet man, daß bei nahezu leerem Anlauf, oder auch noch bei geringer Nutzlast, der Motor mit einem nicht abnormal großen GD^2 in ganz kurzer Zeit, einen Bruchteil einer Sekunde auf ziemlich hohe Drehzahlen kommt, und daß man schon nach einem Bruchteil einer Sekunde den Widerstand kurzschließen kann, ohne daß der zweite Stromstoß höher als der Normalstrom wird.

Das Oszillogramm Abb. 13 gibt das Ein-

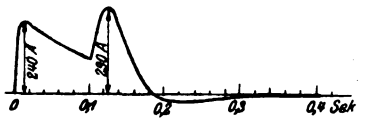


Abb. 13. Einschalten des 60 kW-Motors an halbe Spannung über eine Widerstandsstufe.

schalten unseres Motors, an dem bereits die vorhin beschriebenen Versuche vorgenommen wurden, unter der Bedingung, daß der Motor an seine halbe Spannung gelegt wird und beim Anlauf während etwa $^1/_5$ s ein Widerstand von 0,66 Ω vorgeschaltet ist. Dabei ergibt sich der erste Stromstoß zu 240, der zweite Stromstoß zu ca 285 A, beide etwa in der Größenordnung des normalen Stundenstromes, also etwa $^1/_3$ desjenigen Stromstoßes, den man ohne Vorstufe erhält.

Das Oszillogramm Abb. 14 gibt den Ein-

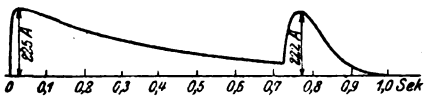


Abb. 14. Einschalten des 60 kW-Motors an volle Spannung über eine Widerstandsstufe.

schaltvorgang desselben Motors, wenn er über eine Vorstufe von 1,55 Ω an seine normale Spannung, 440 V, angeschlossen wird. Hier ist es nötig, den Widerstand etwas länger, ca 0,75 s, eingeschaltet zu lassen, damit der zweite Stromstoß den Normalstrom nicht übersteigt. Auch hier sehen wir, daß das Einschalten über eine Widerstandsstufe ohne weiteres technisch möglich ist und der Stromstoß den Normalstrom nicht übersteigt, während das direkte Anlegen an volle Spannung, wie das Oszillogramm Abb. 4 zeigt, einfach unmöglich war.

Die Oszillogramme Abb. 15 und 16 geben

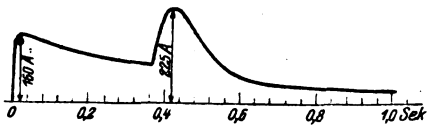


Abb. 15. Einschalten einer 60 kW-Motordynamo über eine Widerstandsstufe, wenn die Dynamo belastet anläuft.

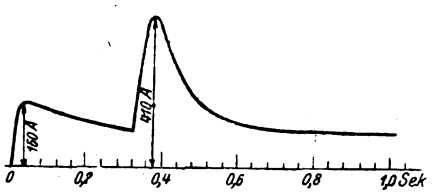


Abb. 16. Dasselbe wie in Abb. 15.

den Einschaltvorgang desselben Motors, wenn er mit einer zweiten, gleichen Maschine gekuppelt und diese zweite Maschine auf Widerstand belastet ist. Auch hier sehen wir, daß wir durch verhältnismäßig kurzzeitiges Einschalten einer Widerstandsstufe den Stromstoß sowohl beim Einschalten, wie beim Kurzschließen der Widerstandsstufe ganz außerordentlich verringern können. Allerdings zeigt sich, wie auch die Überlegung ohne weiteres bestätigt, daß die Dauer des Einschaltens der Widerstandsstufe um so größer gewählt werden muß, je höher die Belastung ist, um den Stromstoß beim Schließen der Widerstandsstufe nicht unverhältnismäßig hoch werden zu lassen. Jedenfalls aber zeigt sich, daß man auch bei mäßiger Last (bis zum halben Drehmoment beim stationären Endwert der Drehzahl) mit einer Vorstufe reichlich auskommt und den Stromstoß innerhalb der Höhe des Normalstromes halten kann.

Das folgende Beispiel soll das plötzliche Einschalten eines Motors von rd 120 kW Dauerleistung und rd 600 A bzw. 200 kW Stundenleistung (1000 A) behandeln.

Das GD^2 des Ankers ist rd 600 kgm², die Drehzahl 200 i. d. Min.

Die elektrischen Verhältnisse des Stromkreises waren:

Widerstand der Maschine . . .	0,016 Ω
Widerstand der Dynamo, der Leitungen und Apparate . . .	0,0107 „
also totaler Widerstand des Stromkreises	0,0267 „

Um die Verhältnisse möglichst ungünstig zu gestalten, war auf die Welle eine sehr schwere Riemenscheibe mit einem GD^2 von rd 350 kgm² aufgezogen. Das Oszillogramm Abb. 17 gibt den

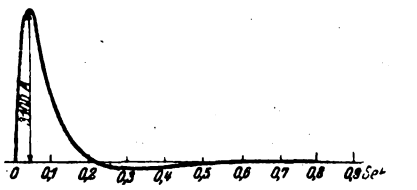


Abb. 17. Einschalten eines 200 kW-Motors an 220 V.

Verlauf des Einschaltstromes bei voller Spannung. Die Maschine feuerte bei diesem Vorgang erheblich, so daß ein betriebsmäßiges Schalten unter diesen Verhältnissen nicht zulässig gewesen wäre.

Unter den gleichen Verhältnissen wurde dieser Motor dann mittels einer Widerstandsstufe angelassen, wobei die Oszillogramme Abb. 18 und 19 aufgenommen wurden. Der

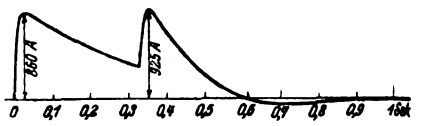


Abb. 18. Einschalten des 200 kW-Motors über eine Widerstandsstufe.

Widerstand der Vorstufe war hierbei 0,2 Ω, also so gewählt, daß der stationäre Kurzschlußstrom

$$i_k = \frac{220}{0{,}226} = 970 \text{ Amp},$$

also etwa von der Größe des normalen Stundenstromes war. Wie hieraus ersichtlich, genügt es vollständig, daß die Vorstufe etwa $^1/_3$ bis $^1/_4$ s eingeschaltet ist, um den Stromstoß sowohl beim Einschalten wie beim Kurzschließen der Vorstufe auf einen Wert kleiner als normalen Stundenstrom herunterzudrücken. Die Kommutierung war bei diesem Einschaltvorgang vollständig funkenfrei.

An diesem Beispiel soll weiter gezeigt werden, wie außerordentlich klein die Widerstandsvorstufe gemacht werden kann. Beim Oszillogramm Abb. 19 wurde mit Absicht der

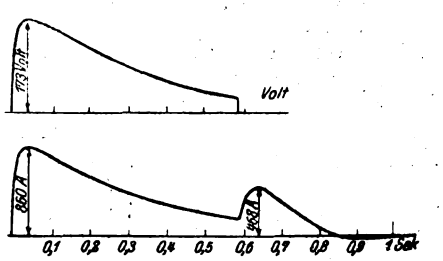


Abb. 19. Dasselbe wie in Abb. 18. Aufnahme von Strom und Spannung im Widerstand.

Widerstand etwas längere Zeit eingeschaltet als nötig ist, d. h. der Schalter wurde ganz langsam eingeschaltet, dabei wurde gleichzeitig Spannung und Strom des Widerstandes aufgenommen, um die im Widerstand umgesetzte Wärmemenge zu ermitteln. Gleichzeitig wurde die Temperaturerhöhung am Widerstand mittels dreier in die Spiralen eingeführter Thermometer bestimmt. Der Widerstand selbst hatte ein aktives Material von 4,9 kg Gußeisenspiralen, hatte also ein außerordentlich kleines Gewicht und nahm nur den Raum etwa eines Kistchens für 50 Zigarren ein. Aus der Strom- und Spannungskurve des Widerstandes wurde zunächst die Effektkurve konstruiert, die in Abb. 20 wiedergegeben ist, und aus dieser die totale Arbeit, die während des Einschaltens im Widerstand in Wärme umgesetzt wurde, bestimmt

Digitized by Google

zu rd [27,4 kWh, entsprechend 27,4 × 0,24 = 6,5 cal. Unter Zugrundelegung einer spezifischen Wärme von $s = 0{,}11$ ergibt sich die Temperaturzunahme:

$$t = \frac{Q}{G \,.\, s} = \frac{6{,}5}{4{,}9 \,.\, 0{,}11} = 12{,}2^{\circ}\,\mathrm{C},$$

d. i. die Temperaturerhöhung unter Vernachlässigung jeglicher Abkühlung für einen Schalt-

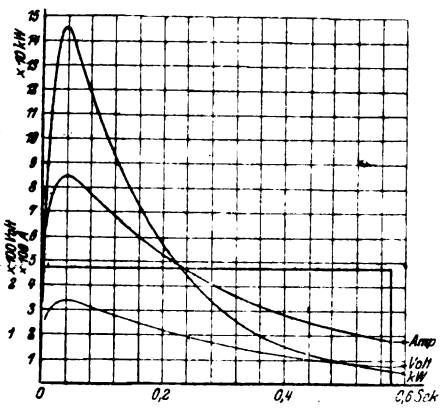


Abb. 20.

vorgang. Gemessen wurde die Temperatursteigerung als Mittel von drei Thermometerangaben zu rd 11°, d. i. eine ausgezeichnete Übereinstimmung. Es wurde mit diesem Schalter dann der Motor rd 15-mal eingeschaltet, u. zw. jede halbe Minute einmal geschaltet. Danach war die Temperatursteigerung des Widerstandes rd 120°.

Um nun weiter zu zeigen, wie schnell sich der Widerstand abkühlt bzw. wie oft man nach Erreichung der maximal zulässigen Temperatur den Schaltprozeß wiederholen kann, wurde die in Abb. 21 wiedergegebene Abkühlungskurve

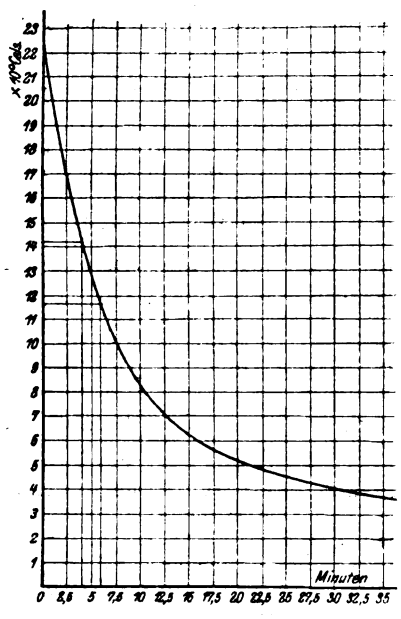


Abb. 21.

aufgenommen. Daraus ergibt sich, daß bei etwa 120° absoluter Temperatur des Widerstandes die Abkühlung f. 1 Minute rd 12° beträgt. Man kann also, wenn man eine Temperatur von 120° des Widerstandes zuläßt, im Dauerbetrieb rd jede Minute einmal einschalten, ohne daß die Temperatur weiter steigt. Dieses Beispiel zeigt, wie außerordentlich klein der einstufige Vorschaltwiderstand bemessen werden kann, der dabei seinen Zweck, den Stromstoß auf den Normalstrom herunterzubringen, voll erfüllt.

Aus den beiden Beispielen geht hervor, daß bei verhältnismäßig günstigem Anlauf, geringer zu beschleunigender Masse und verhältnismäßig kleinem Nutzdrehmoment beim Anlauf die Widerstandsstufe nur etwa ¼ bis ½ s eingeschaltet zu werden braucht, um den Stromstoß ganz wesentlich herabzusetzen. Ein einfaches Mittel, diese Schaltmanipulation auszuführen, besteht darin, einen Anlaßschalter auszubilden derart, daß das Schaltmesser zunächst einen Vorkontakt berührt und damit den Stromkreis über die zwischen Haupt- und Vorkontakt liegende Widerstandsstufe schließt. Beim Vorrücken des Schaltmessers auf den Hauptkontakt wird dann die Widerstandsstufe kurzgeschlossen. Abb. 22 zeigt die Ausführungsform eines solchen Schalters.

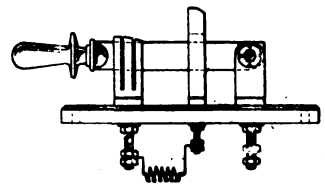


Abb. 22.

Man kann durch entsprechende Ausbildung des Vor- und Hauptkontaktes, insbesondere hinreichende Verlängerung des Vorkontaktes, den Weg, den das Schaltmesser auf dem Vorkontakt zurücklegen muß, bevor es den Hauptkontakt erreicht, ziemlich lang machen, und damit die erforderliche Einschaltdauer der Widerstandsstufe ohne weiteres durch entsprechend langen, zurücklegenden Weg des Schaltmessers auf der Vorstufe erreichen. Eine ganze Reihe von Aufnahmen an verschiedenen Motoren hat gezeigt, daß man durch mäßig schnelles Schalten mittels eines solchen Schalters die Zeit, während welcher die Vorstufe eingeschaltet ist, mit Leichtigkeit auf ½ bis 1 s ausdehnen kann, also vollkommen ausreichend, um den Stromstoß zu dämpfen. Man könnte gegen diese Anordnung eventuell einwenden, daß man von der Geschicklichkeit des Schaltwärters abhängig ist, und daß durch ungeschicktes bzw. zu schnelles Schalten leicht ein Kurzschluß gemacht werden kann. Die folgenden Oszillogramme sollen aber zeigen, daß die Wirkung der Vorstufe noch eine wesentliche ist, selbst, wenn man den Schalter so schnell, als es nur eben möglich ist, hineinwirft.

Der in obigem zweiten Beispiel erwähnte 200 kW-Motor wurde mittels eines nach Abb. 22 ausgeführten Schalters für 1000 A eingeschaltet. Die elektrischen Verhältnisse waren dieselben, wie in obigem Beispiel angeführt. Die Widerstandsstufe hatte 0,1 Ω Widerstand. Der Anker wurde jeweils direkt an 150 V gelegt.

Oszillogramm Abb. 23 gibt den Stromstoß,

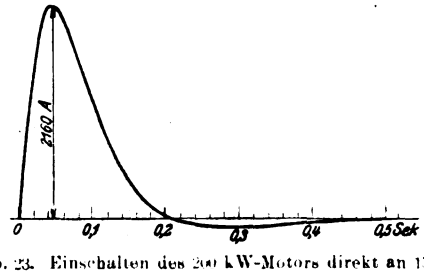


Abb. 23. Einschalten des 200 kW-Motors direkt an 150 V.

wenn der Anker ohne Vorstufe geschaltet wird. Dabei war die Riemenscheibe mit einem GD^2 von 350 kgm² auf den Anker aufgesetzt.

Oszillogramm Abb. 24 gibt den Stromverlauf unter gleichen Bedingungen, wenn die Riemenscheibe vom Anker entfernt wurde, der Anker also nur seine eigene Masse zu beschleunigen hatte. In diesem Falle vollends bleibt der Strom unter dem Normalstrom. Bei verhältnismäßig günstigen Anlaufbedingungen hängt man also bei Anwendung eines solchen Schalters nicht einmal von der Geschicklichkeit des Bedienenden ab, um schon ganz wesentliche Milderungen der Stromstöße zu erreichen.

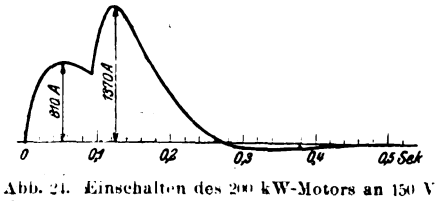


Abb. 24. Einschalten des 200 kW-Motors an 150 V über Widerstandsstufe. Anlaßschalter so schnell als möglich geschaltet.

Wir sehen, daß selbst bei schnellstmöglichem Einschalten der Stromstoß nur rd 60% desjenigen beim Schalten ohne Widerstandsstufe ist.

Das Oszillogramm Abb. 25 gibt den Strom-

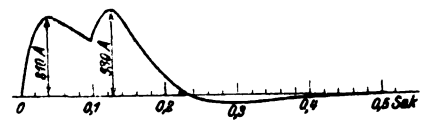


Abb. 25. Dasselbe wie in Abb. 24, jedoch bei kleinerem GD^2.

Es mag noch an einem weiteren Beispiel gezeigt werden, wie man einen größeren Maschinensatz, u. zw. eine Motordynamo von rd 750 kW-Leistung, gleichstromseitig mit einstufigem Anlasser anlassen kann, und wie hoch die Stromstöße dabei werden. Die elektrischen Verhältnisse waren folgende:

Synchronmotordynamo für 750 kW, gleichstromseitig 500 V 1500 A, Widerstand der Maschine 0,0057 Ω. Der Spannungsabfall beträgt also bei dieser Maschine nur 1500 × 0,0057 = 8,5 V = rd 1,7%, Widerstand der Dynamo und der Leitungen rd 0,0048 Ω, also totaler Widerstand 0,0105. Die elektrischen Verhältnisse waren also für direktes Anspannunglegen äußerst ungünstig, und tatsächlich war es auch z. B. unmöglich, diesen Motor direkt an 150 V zu legen, wegen zu starken Bürstenfeuers. Ein Anlegen an 200 V bedeutet hier schon einen vollständigen Kurzschluß.

Über eine Widerstandsstufe von 0,48 Ω konnte er direkt an 500 V gelegt werden, wobei der erste Stromstoß rd 1060 A, also etwa ²/₃ des Normalstromes, war, und beim Kurzschließen des Widerstandes, nach etwa 20 s, trat nur noch ein Stromstoß von 570 A, also etwa ¹/₃ des Normalstromes, auf (vgl. Oszillogramm Abb. 26). Die Bestimmung der Tem-

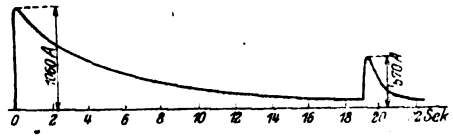


Abb. 26. Einschalten einer 750 kW-Motordynamo über eine Widerstandsstufe.

peraturerhöhung, wie im vorigen Beispiel aus den im Widerstand umgesetzten Wattsekunden unter Vernachlässigung der Abkühlung, betrug in einem Widerstand, dessen aktives Gewicht rd 45 kg war, etwa 90°. Der normale Metallanlasser für obige Motordynamo hat rd 200 kg aktives Widerstandsmaterialgewicht. Man kann also beim Anlassen einer solchen, wenn die Netzverhältnisse einen kurzzeitigen Stromstoß von rd ²/₃ des normalen Stromes zulassen, mittels eines Vorstufenschalters nach Abb. 17 eine außerordentliche Verbilligung des Anlassers erzielen, nämlich Reduzierung des Widerstandsmaterials auf rd 25% und Wegfall der ganzen Kontaktbahn; damit ist auch eine ziemlich beträchtliche Raumersparnis verbunden. Es gibt sicherlich in der elektrotechnischen Praxis eine große Reihe von Fällen, wo die Anlaufverhältnisse einer Maschine (Leeranlauf bzw. Anlauf mit geringem Nutzdrehmoment bei verhältnismäßig kleinen zu beschleunigenden Massen) und die Netzverhältnisse derart sind, daß man den normalen Anlasser durch einfachen Stufenschalter mit einer Widerstandsstufe ersetzen kann.

Digitized by Google

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Physik und Theoretische Elektrotechnik.

Righis magnetische Strahlen.

[Physical Review, Bd. 9, S. 349.]

J. E. Ives weist nach, daß die von Righi entdeckten und durch Jahre hindurch in den verschiedensten Richtungen weiter entwickelten, magnetischen Strahlen in Wirklichkeit mit dem magnetischen Feld gar nichts zu tun haben, daß sie mit Funkenstrecken ohne magnetisches Feld erzeugbar sind oder auch ohne diese, wenn nur der Druck klein genug gemacht wird. *Zdr.*

Demagnetisierung von Eisen.

[Physical Review, Bd. 10, S. 284.]

A. W. Smith findet, daß man die wahre Magnetisierungskurve einer Eisenprobe erst nach vollständiger Entmagnetisierung bekommen könne. Stromwechsel von Eins auf die Sekunde sind hierfür noch zu schnell. Wird beim Stromwechsel das Galvanometer kurz geschlossen und die Zeit t gemessen, nach deren Ablauf kein Galvanometerausschlag mehr erfolgt, so sollen die Stromwechsel zur Entmagnetisierung nicht schneller als in 2 t Sekunden vorgenommen werden. Diese Zeit t ist von der Permeabilität des Eisens abhängig, für stärkere Magnetisierungen ist sie kleiner. *Zdr.*

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Empfangsstärke und Abstimmschärfe.

[W. Burstyn. Jahrbuch d. drahtl. Telegraphie u. Telephonie, Bd. 12, S. 427, 17 S., 7 Abb.]

Der Detektor wird in üblicher Weise durch einen Ohmschen Widerstand ersetzt gedacht, der unmittelbar in den Luftdraht eingefügt und so groß gewählt ist, daß er ihn ebenso stark dämpft wie der irgendwie geschaltete Detektor. Die Empfangsstärke ist die elektrische Leistung, die die ankommenden Wellen an diesen Widerstand abgeben. Sie ist nicht nur von deren Stärke abhängig, sondern auch von der Höhe des Empfangsluftdrahtes, von seiner schädlichen Dämpfung, von der Betriebswellenlänge und von der Kopplung zwischen Luftdraht und Detektor, die man bekanntlich zwecks Veränderung der Abstimmschärfe mehr oder weniger lose macht.

Zunächst wird der Zusammenhang zwischen Empfangsstärke und Abstimmschärfe untersucht und gezeigt, daß unter letzterer das Reziproke des Gesamtdekrementes δ eines Empfängers zu verstehen ist. Die „Empfängerabstimmschärfe" ist demnach gleich der „Empfangsabstimmschärfe" ungedämpfter Wellen, während jene gedämpfter Wellen größer und von der Senderdämpfung abhängig ist. Die Bedingungen für die größte Empfangsstärke lauten bekanntlich folgendermaßen: Bei ungedämpften Wellen soll das durch den Detektor hervorgerufene Dekrement des Luftdrahtes (das Nutzdekrement ν) gleich dessen übrigem Dekrement $\beta = \delta - \nu$ sein; es ist das ein Spezialfall der für gedämpfte Wellen geltenden Formel $\nu = \sqrt{\beta(\alpha+\beta)}$, in welcher α das Senderdekrement bedeutet.

Nach der üblichen Auffassung läßt sich das oben erwähnte Losermachen der Empfängerkopplung einfach durch Kleinermachen des den Detektor ersetzenden Widerstandes wiedergeben. Das ist aber unrichtig; es entspricht vielmehr dem Einfügen von Selbstinduktion und Kapazität in den Luftdraht, der dadurch „verlängert" und wieder „verkürzt" wird. Sein Strahlungswiderstand ändert sich dabei nicht, auch nicht die Verlustwiderstände, sofern die Dämpfung der Zusatzspulen zu vernachlässigen ist. Somit vermindert sich gemäß der bekannten Dekrementformel sein Dekrement. Dementsprechend ist der Detektorwiderstand nachzustellen, damit er der obigen Formel genügt, bleibt also bei ungedämpften Wellen ungeändert. Als Maß dieser Verlängerung (und Wiederverkürzung) des Luftdrahtes dient die Zahl n; sie gibt das Verhältnis zwischen der so vergrößerten Selbstinduktion des Luftdrahtes und seiner natürlichen an, das ist jener, die er bei der betreffenden Wellenlänge zuzüglich der erforderlichen Verlängerungsspule (jedoch ohne Anwendung eines Verkürzungskondensators) besitzt.

Es ergibt sich nun, daß bei ungedämpften Wellen die so erhaltene Empfangsstärke $A_{max.}$ von n unabhängig ist, daß also die Steigerung der Abstimmschärfe ohne Einbuße an Empfangsstärke beliebig weit getrieben werden kann, bis das Dekrement der Zusatzspulen (in der Praxis des Zwischenkreises) eine Grenze setzt.

Komplizierter liegen die Verhältnisse bei gedämpften Wellen. In die Rechnung wird die Zahl $a = \frac{\alpha}{\beta_0}$ eingeführt; β_0 ist der Wert von β für $n = 1$, also das Dekrement, welches der Empfänger als Stoßsender bei derselben Welle besäße; $\beta = \frac{\beta_0}{n}$. Da der Detektorwiderstand, wie erwähnt, mit n geändert werden muß, sinkt δ nicht auf $\frac{\delta_0}{n}$, sondern auf

$$\delta = \delta_0 \frac{1+\sqrt{1+an}}{n(1+\sqrt{1+a})}.$$

Gleichzeitig sinkt die Empfangsstärke von

$$A_{0max.} \text{ auf } A_{max.} = A_{0max.} \cdot \frac{(1+\sqrt{1+a})^2}{a(1+\sqrt{1+an})^2}.$$

Diese Beziehungen stellt Abb. 1 dar.

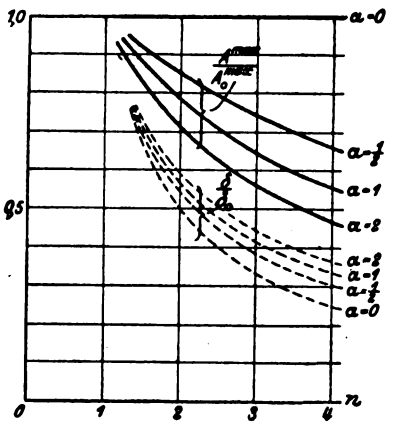


Abb. 1.

Die Schaulinien sind für verschiedene a berechnet; $a = 0$ bedeutet ungedämpfte Wellen. Übersichtlicher ist Abb. 2; sie läßt unmittelbar den Zusammenhang zwischen $A_{max.}$ und δ erkennen, also das, was man am Empfangsapparat merkt, wenn man loser koppelt. Zum Beispiel sinkt für $a = 1$ (d. i. wenn Löschfunkensender und Empfänger gleiche Luftdrähte besitzen die Dämpfung anfangs dreimal schneller als die Empfangsstärke. Erst für $a = 4$ verläuft die Schaulinie ungefähr in der Diagonale, ist also der Gewinn an Abstimmschärfe dem Verluste an Empfangsstärke proportional.

Abb. 2.

Die größtmögliche Empfangsstärke liefert ein gegebener Empfänger für $n = 1$; sie beträgt bei ungedämpften Wellen

$$A_{max.} = k_1 \cdot F^2 \cdot \lambda^3 \cdot \frac{\varrho_0}{\beta_0},$$

bei gedämpften Wellen

$$A_{max.} = k_2 \cdot F^2 \cdot \lambda^3 \cdot \frac{\varrho_0}{\beta_0^2} \cdot \frac{1}{a(1+\sqrt{1+an})^2}.$$

Aus diesen Formeln läßt sich ableiten, wie die Empfangsstärke von der Größe des Empfängerluftdrahtes, also bei geometrisch ähnlichen Luftdrähten von seiner Höhe abhängt. Darin bedeuten k_1 und k_2 Proportionalitätsfaktoren, F die Feldstärke der ankommenden Wellen, λ die Verkehrswellenlänge, ϱ_0 das von der Strahlung herrührende Dekrement des Luftdrahtes für $n = 1$.

Es werden die beiden Grenzfälle untersucht, der vollkommene Luftdraht, dessen schädliche Dämpfung gegen seine Strahlungsdämpfung zu vernachlässigen ist, und der schlechte Luftdraht, für den das Umgekehrte gilt. Wie nachgewiesen wird, stehen so gut wie alle praktisch vorkommenden Stationen dem zweiten Grenzfalle viel näher als dem ersten.

Bei ungedämpften Wellen ist die Empfangsstärke für den vollkommenen Luftdraht — in Bestätigung der geltenden Theorie — von den Abmessungen des Empfängers unabhängig; für den schlechten Luftdraht erweist sie sich der 3. Potenz der Höhe proportional.

Bei gedämpften Wellen gibt die Formel

$$A_{0max.} = k \cdot \frac{1}{(1+\sqrt{1+a})^2}$$

die Abhängigkeit für den vollkommenen Luftdraht an. Es ist nämlich darin

$$a = \frac{\alpha}{\varrho_0} = \frac{k}{h_2^3}$$

zu setzen.

Abb. 3 ist für die Luftdrahthöhe h als

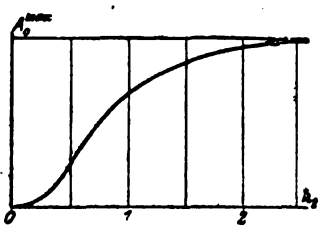


Abb. 3.

Abszisse gezeichnet, wobei $h = 1$ jene Höhe bedeutet, für die $a = 1$ wird. Sind Sender und Empfänger geometrisch ähnlich, und arbeitet ersterer mit Stoßerregung, so bedeutet die Abszisse $\frac{h_2}{h_1}$. Man erkennt, daß für gleich hohe Luftdrähte die Empfangsstärke ungefähr der Empfängerhöhe proportional ist; für niedrigere Empfänger sinkt sie rascher, für höhere nähert sie sich einer oberen Grenze. Für den schlechten Luftdraht gilt aber ungefähr das gleiche Gesetz wie bei ungedämpften Wellen. Es ist daher unrichtig, einen Empfängerluftleiter grundsätzlich anders als einen Sender bauen zu wollen.

Auch bezüglich der Abstimmschärfe wird nachgewiesen, daß niedrige Luftdrähte keinen Vorteil bieten.

Die Abhängigkeit der Empfangsstärke von der Verkehrswellenlänge ist verschiedenartig, je nach der Betriebsweise des Senders. Bei Löschfunken ist z. B.

$A_{0max.} = k \cdot \lambda^2$ für den vollkommenen,

$A_{0max.} = k \cdot \frac{1}{\lambda^2}$ für den schlechten Luftdraht;

daher muß es ein Optimum der Wellenlänge geben, dessen Bedingung $\lambda^2 \cdot \beta_0 = \text{Minimum}$ lautet. Alle Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit den Erfahrungen. *Bn.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Der Schutzwert eiserner und überbrückter Drosselspulen.

[E. Pfiffner. Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 35, S. 102 u. 114.]

Die Leitsätze des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, betreffend den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen, empfehlen die widerstandsüberbrückten Drosselspulen, welchen die Fähigkeit zukommt, die freien Schwingungen des Leitungsstückes, in das die Spule eingebaut ist, zu dämpfen und bei Resonanz der freien Schwingungen der Leitung in dem aus Drosselspule und allfälliger Stationskapazität gebildeten Schwingungskreis die Resonanzgefahr herabzusetzen. Pfiffner weist nun darauf hin, daß die Hauptaufgabe einer Schutzdrosselspule in der Abflachung der steilen Wellenstirn von Wanderwellen und in der Ausbildung eines die Zündung begünstigenden Spannungsbauches am Spulenanfang besteht, eine Aufgabe, die von der Eisendrosselspule vollkommen erfüllt wird, und gegen die die vorgenannten Aufgaben zurücktreten. Der Wechselstromwiderstand r_e von 1 m Eisendraht vom Drahtdurchmesser d ist bei der Frequenz f mit großer Annäherung $r_e = \frac{1}{1000}\frac{\sqrt{f}}{d}$ Ohm, nimmt also mit der Wurzel aus der Frequenz unbegrenzt zu; die Selbst-

Digitized by Google

induktion bleibt praktisch konstant, deshalb werden Schwingungen hoher Periodenzahl am stärksten abgedämpft und von den zu schützenden Objekten ferngehalten. Wenn anderseits einer Drosselspule von der Selbstinduktion L der Ohmsche Widerstand R parallel gelegt wird[1]), der nach den Schweizer Vorschriften dem Wellenwiderstand Z der Leitung gleich gemacht ist, so ergeben sich für den resultierenden Ohmschen Widerstand r_s und die resultierende Reaktanz x_s die Werte

$$r_s = R\,\frac{x^2}{R^2+x^2} \quad \text{und} \quad x_s = x\,\frac{R^2}{R^2+x^2},$$

wenn $x = wL$. Wie man aus der graphischen Darstellung dieser Beziehungen leicht ersehen kann, steigt der resultierende Widerstand der überbrückten Drossel mit der Periodenzahl bis zum Höchstwert R an, die Selbstinduktion nimmt dagegen mit zunehmender Frequenz erst langsam, dann immer rascher ab; die Dämpfung ist für die meisten Frequenzen ausreichend, die Drosselwirkung nimmt aber für Wellen hoher Periodenzahl ab, mithin läßt die überbrückte Drosselspule Wellen mit steiler Stirn unverändert auf die zu schützende Leitung übertreten. Aus einem Vergleich der einschlägigen Werte für eine Spule aus 1 cm dickem Kupferdraht von 50 m Länge, einer Selbstinduktion von $L = 0{,}15 \cdot 10^{-3}\,H$, mit $R = 600\ \Omega$ überbrückt, erkennt man die wesentlichen Unterschiede zwischen beiden Spulenformen. (Zahlentafel 1.)

Zahlentafel 1.

Frequenz f	$x = \omega L$	Eisendrahtspule			Überbrückte Kupferspule		
	Ω	r_s Ω	x_s Ω	$L_s \cdot H$	r_s Ω	x_s Ω	$L_s \cdot H$
0	0	0,064	0	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$	0,011	0	0
10^3	0,94	1,58	0,94	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$	0,035	0,94	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$
10^4	9,4	5,00	9,4	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$	0,148	9,4	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$
10^5	94	15,8	94	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$	14,5	92	$0{,}14_7 \cdot 10^{-3}$
10^6	940	50	940	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$	425	270	$0{,}04_3 \cdot 10^{-3}$
10^7	9 400	158	9 400	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$	595	38	$0{,}0006 \cdot 10^{-3}$
10^8	94 000	500	94 000	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$	600	3,8	$0{,}000006 \cdot 10^{-3}$

Der Dämpfungswiderstand der überbrückten Drosselspule ist also gerade bei 10^3 bis 10^5 Perioden (Wellen von 300 bis 3 km) wesentlich geringer als bei der Eisendrahtspule.

Der Verfasser ermittelt den Einfluß der beiden Spulenformen auf die freien Schwingungen einer 10 km langen Leitung aus 8 mm Kupferdraht, die mit einem Ende über eine der Spulen mit einem Sammelschienensystem von großer Kapazität und geringem Wellenwiderstand verbunden ist, am anderen Ende aber offen ist. Die Vergrößerung der Dämpfung in Prozenten durch die Spulen bei verschiedenen Periodenzahlen ergibt sich wie folgt:

Frequenz f	Eisendrahtspule	Überbrückte Drosselspule
10^3	31	0,6
10^4	43	1,0
10^5	46	42
10^6	10	365
10^7	—	283
10^8	—	56

Nach dieser Richtung hin sind also die beiden Spulenformen praktisch gleichwertig.

Für die konstruktive Ausführung einer Schutzdrosselspule stellt der Verfasser die Regel auf, daß die Windungskapazität nicht zu groß, am besten möglichst klein zu wählen ist. Die in Form einer Locke gewickelte Drahtspule mit Luftisolation erscheint dem Verfasser als anderen Spulenformen wenn nicht überlegen, so doch ebenbürtig.

[1]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 1101.

Rechnerisch weist der Verfasser nach, daß im Zusammenwirken mit den gebräuchlichen Schutzkondensatoren durch die Schutzdrosselspulen üblicher Abmessungen gefährliche Resonanzspannungen überhaupt nicht auftreten können, daß sich daher die Widerstandsüberbrückung der Spule erübrigt; die dennoch auftretende Resonanzgefahr kann einfacher und billiger durch den Einbau kleiner Selbstinduktionen vermieden werden. Die Überbrückung durch Widerstände kommt zur Herabsetzung der Resonanzgefahr nur bei betriebsmäßig eingebauten größeren Selbstinduktionen in Betracht, wie z. B. Stromwandlern und Auslösespulen für Schalter; dies ist jedoch, wie die einschlägige Rechnung zeigt, nur für kleinere Stromstärken erforderlich, bei 100 A und darüber sind Überbrückungswiderstände für Stromwandler und Auslösespulen überhaupt entbehrlich. *Ght.*

Hebezeuge und Massenförderung.

Elektrisch betriebener Laufkran.

[Schweizer. Bauzeitg., Bd. 67, S. 62.]

Der von der Maschinenfabrik St. Jacob A. G. in Basel erbaute Kran von 15 t Tragkraft und 15 m Spannweite wird durch Einphasen-Kollektormotoren, System Déri, der Brown, Boveri & Cie. A. G. angetrieben. Die mechanische Steuerung der Bürsten der auf der Laufkatze sitzenden zwei Motoren, nämlich des Hubmotors von 22 kW und des Katzfahrmotors von 3,65 kW, erfolgt durch zwei längs der Kranbrücke gelagerte Vierkantwellen, die mittels längs der Welle beweglicher Schleppräder mit der Laufkatze gekuppelt sind und durch eine Welle mit Universalgelenken die Drehbewegung auf die Bürstenhalter der Motoren übertragen. Die Vierkantwellen sind durch ausweichende Kipplager gestützt. Zum Drehen der Vierkantwellen dienen zwei Hebel im Führerstand mit sympathischer, d. h. der Arbeitsbewegung entsprechender Steuerbewegung. Der in der üblichen Weise in der Mitte der Kranbrücke liegende Kranfahrmotor wird durch einen dritten Hebel im Führerstand mittels gewöhnlicher Welle gesteuert. Die Statorschalter der Motoren sind am Ende der Kranbrücke in der Nähe des Führerstandes aufgestellt und werden durch die erwähnten Steuerwellen unmittelbar beeinflußt. Hubwerk und Katzfahrwerk sind mit Backenbremsen mit selbsttätiger elektromagnetischer Lüftung ausgestattet, während das Kranfahrwerk eine vom Führerstand aus durch Fußtritt bedienbare Bremse besitzt. Die Hubgeschwindigkeit beträgt 5,6 m/min, die Katzfahrgeschwindigkeit 25 m/min und die Kranfahrgeschwindigkeit 100 m/min. *F. W.*

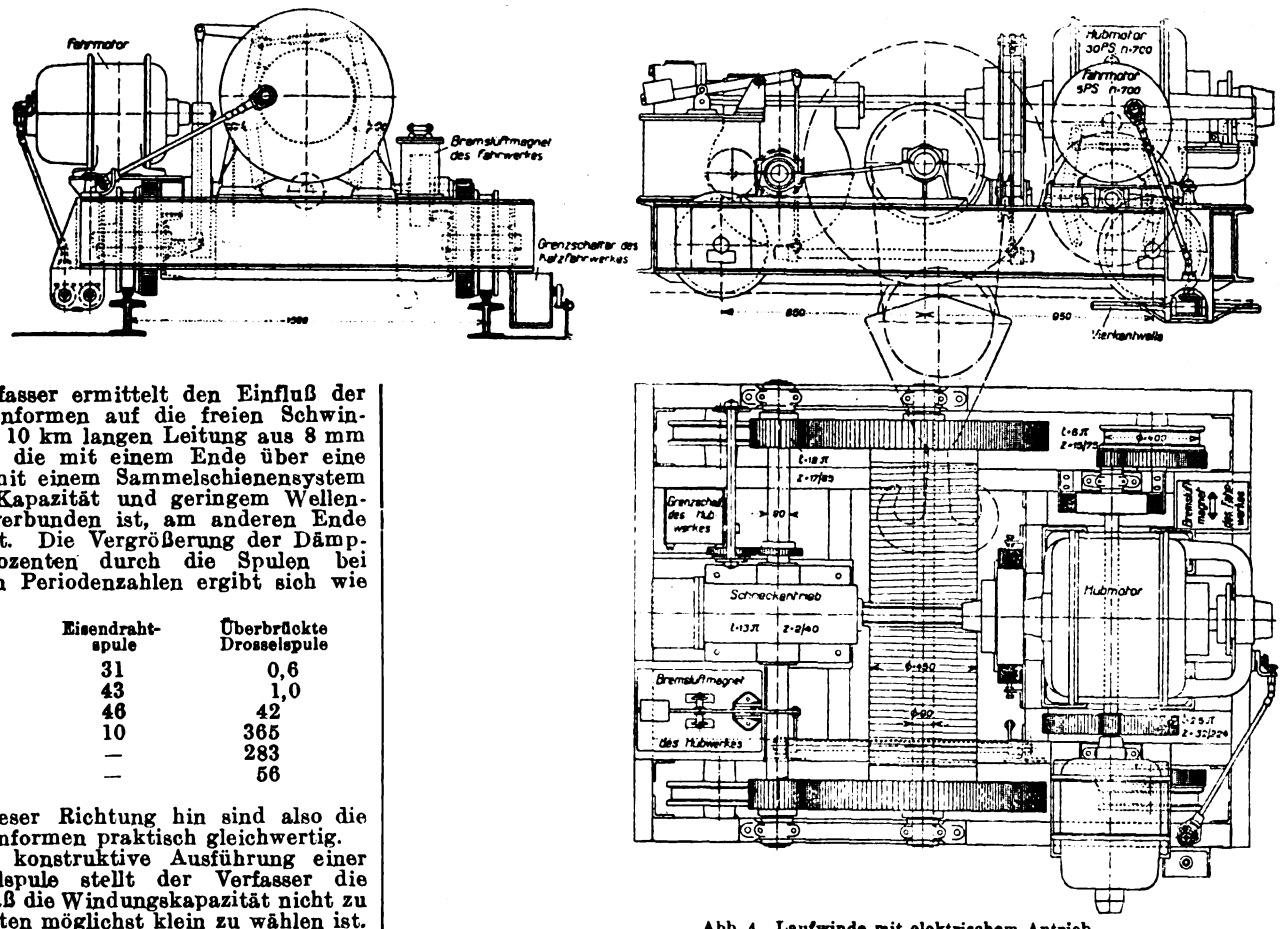


Abb. 4. Laufwinde mit elektrischem Antrieb.

Beleuchtung und Heizung.

Batterielose Handlampe.[1])

Unter dem Namen Magnetlampe bringt die Beleuchtungskörper G. m. b. H., Berlin, eine Handlampe auf den Markt, bei welcher der Betriebsstrom nicht durch eine Batterie, sondern durch eine kleine, sehr solide gebaute Dynamo mit Federantrieb erzeugt wird. Die Betätigung erfolgt durch dauerndes, gleichmäßiges Herunterziehen eines am Ende der sich selbsttätig wieder aufwickelnden Antriebskette angebrachten Ringes. Ein Zug an der Kette genügt für eine Brenndauer von etwa 5 s. Dauerndes Brennen ist aber nicht der Hauptzweck der Lampe, sie soll vielmehr in erster Linie für vorübergehende Beleuchtung verwendet werden. Wie Abb. 5 zeigt, wird die Lampe an einer Schnur hängend auf der Brust getragen, so daß nur eine Hand zu ihrer Betätigung nötig ist. Die Lampe eignet sich nicht nur für militärische Zwecke, sondern auch sonst für Wanderer beim Ablesen von Karten und Erkennen von Wegweisern zur Nachtzeit, ferner für Revisionen aller Art sowie bei Rundgängen durch dunkle Räume, für den Haushalt usw. Der Ladenpreis der Magnetlampe, die mit einer Glühlampe von 0,2 A und 3,5 V ausgestattet ist, beträgt 20 M.

Abb. 5 Magnetlampe.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1916, S. 108; 1917, S. 488.

Digitized by Google

Landwirtschaft.

Elektrokultur[1]).

[Electrican, Bd. 80, S. 625 u. 641. 2 Sp. 1 Abb.]

Während die praktischen Versuche über den Einfluß hochgespannter, elektrischer Ströme auf das Pflanzenwachstum in Deutschland während des Krieges vollständig geruht haben (wenigstens ist darüber nichts veröffentlicht worden), scheint man in England eifrig damit beschäftigt zu sein, und infolgedessen findet man in den Fachzeitschriften von Zeit zu Zeit Angaben über die Ergebnisse neuerer Versuche dieser Art. So enthält „The Electrician" Bd. 80, 1918, in Nr. 18 einen Bericht von S. E. Britton, städtischem Elektrotechniker in Chester, an das Elektrizitätskomitee über vergleichende Kartoffelanbauversuche auf einem Weidegrundstücke an dem Overleigweg-Kirchhofe.

Die elektrische Einrichtung bestand aus einer Spule von 250 mm, einem Quecksilberunterbrecher, Ventilen (Gleichrichtern), Bauart Lodge, die in einem Schuppen, der von dem bestrahlten Acker 23 m entfernt lag, untergebracht waren, und einer Erdplatte dicht bei dem Acker. Auf jeder Längsseite des Versuchsfeldes wurden 3 Maste mit Isolatoren aufgestellt, die Abspannstahldrähte trugen, und in diese endlich wurden rechtwinklig dazu stählerne parallele Entladedrähte eingehakt, die rund 8 m voneinander entfernt waren.

An den Masten waren senkrechte Stangen angebracht, die es ermöglichten, das ganze System der Spann- und Entladedrähte in einer Höhe zwischen 0.76 und 2 m nach Belieben einzustellen. Die Anlage wurde mit Gleichstrom von 210 V und 5 A gespeist, durch den ein Funken von etwa 17 mm erzeugt wurde.

Im Anfang wurden die Entladedrähte dem Erdboden so nahe wie möglich gebracht, als aber die Pflanzen wuchsen, wurde die Höhe auf rund 1,8 m über dem Blätterwerk erhöht. Wenn klimatische und andere Verhältnisse es gestatteten, wurde die Entladung von 6 h morg. bis 8 h abds., oder von 6 h abds. bis 8 h morg. täglich angewandt, und an trüben Tagen zwischen Mittag und 2 h nachm.

Im ganzen wurden 128 kWh in 122 Entladestunden gebraucht. Dabei war die Richtung des Windes 16% von Süden, 23% von Südosten, 42% von Südwesten und 19% von Westen.

Das Ergebnis der Bestrahlungsversuche im Vergleich zu den unbestrahlten Feldern ist aus nachstehender Zusammenstellung erkennbar:

	Kartoffelsorten		
	Great Scot	King Edward	Summit
Feld A ohne elektrische Bestrahlung:			
Zahl der Pflanzen	413	315	359
Durchschnittl. Erträgnis der Pflanze in kg . . .	0,619	0,220	0,600
Feld C ohne elektrische Bestrahlung:			
Zahl der Pflanzen	—	238	398
Durchschnittl. Erträgnis der Pflanze in kg . . .	—	0,257	0,680
Feld B mit elektrischer Bestrahlung:			
Zahl der Pflanzen	2294	480	7294
Durchschnittl. Erträgnis der Pflanze in kg . . .	0,755	0,549	0,649
Mehr- oder Minderertrag B gegen A . . . . %	+23,5	+153	+7,5
Mehr- oder Minderertrag B gegen C . . . . %	—	+117	−3,1

Hieraus ist zu erkennen, daß in 4 Fällen durch die Bestrahlung ein Mehrertrag, in einem Falle dagegen ein Minderertrag erzielt wurde. Es geht aber anderseits daraus auch hervor, daß die Ertragszahlen auch zwischen den einzelnen Sorten verschieden sind, ebenso zwischen den beiden unbestrahlten Versuchsfeldern, so daß sich also nicht sagen läßt, daß die elektrische Bestrahlung von gleichmäßigem Einfluß auf das Wachstum war, sondern daß dafür auch andere Verhältnisse, in diesem Falle also die Sortenwahl und die Lage der Felder, eine erhebliche Rolle spielen. Dazu kommt endlich noch die Erscheinung, die auch schon bei früheren Versuchen mit anderen Pflanzenarten festgestellt worden ist, daß sich die Wirkung der Bestrahlung nicht nur auf das dafür vorgesehene Feldstück erstreckt, sondern auch auf die unmittelbar benachbarten Vergleichsfelder. Daraus erklärt sich auch die Forderung des Berichterstatters, daß bei anderen Versuchen die Vergleichsfelder räumlich weit voneinander liegen müßten. Die Folge einer derartigen Anordnung würde allerdings sein, daß dann wiederum die Verschiedenheit in der Beschaffenheit und in der Lage des Bodens voraussichtlich Einfluß auf die Vergleichszahlen ausüben wird. Aus diesen Erwägungen kommt der Versuchsleiter in Uebereinstimmung mit dem Ergebnis früherer, an anderer Stelle und mit anderen Pflanzensorten vorgenommener Vergleichsversuche zu dem Ergebnis, daß der jetzige Zustand der Entwicklung ihre allgemeine Anwendung nicht rechtfertigt, und daß erst ein näheres Erkennen oder Erfassen der botanischen Wirkungen und der elektrischen Anforderungen, worauf sich die praktische Arbeit zu gründen hat, stattfinden und ausgearbeitet werden müsse, weshalb die bisher erzielten Ergebnisse auch lediglich als Versuche zu betrachten seien. Man solle deshalb sowohl die elektrischen Lieferungsunternehmungen als auch die Pflanzenphysiologen ermutigen, auf kleinen Feldern systematische Versuche auszuführen.

Trotz der ungeklärten Verhältnisse glaubt der Berichterstatter, der elektrischen Bestrahlung eine große Aussicht zusprechen zu sollen, womit sich der Schreiber dieser Zeilen nicht in jeder Beziehung einverstanden erklären kann. Es hat sich, wenn man die bisher erschienenen Berichte kritisch überblickt, herausgestellt, daß von Zeit zu Zeit immer wieder einmal angeblich erstaunliche Erfolge erzielt worden sind, daß es aber trotzdem immer bei diesen Versuchen geblieben ist, ohne daß jemand dauernd von praktischen Einrichtungen Gebrauch gemacht hat, die auf diese Versuche zurückzuführen gewesen wären. Es hat sich ferner gezeigt, daß z. B. der Feuchtigkeitsgehalt der Luft einen erheblichen Einfluß auf die Wirksamkeit der Bestrahlung auszuüben scheint, und daraus erklärt sich auch zwanglos, weshalb die Ergebnisse der Versuche in Deutschland mit seinen durchschnittlich trockeneren Luftverhältnissen im allgemeinen weniger günstige Ergebnisse zeigten als diejenigen in England mit seiner durchschnittlich erheblich feuchteren Luft. Da aber auch diese Verhältnisse innerhalb eines größeren Gebietes räumlich und zeitlich erheblichen Abweichungen unterworfen sind, würde man ein zuverlässiges Bild erst durch eine große Reihe von Versuchen erzielen können, die in verschiedenen Gegenden, bei verschiedenen Bodenarten, mit verschiedenen Pflanzenarten und in verschiedenen Jahren ausgeführt werden. Ehe man aber zu einer derartig umfangreichen Reihe systematischer Versuche übergeht, ist es unbedingt notwendig, daß die elektrischen, physikalischen und physiologischen Grundlagen viel eingehender ergründet werden, als es bisher der Fall gewesen ist. *Bkl.*

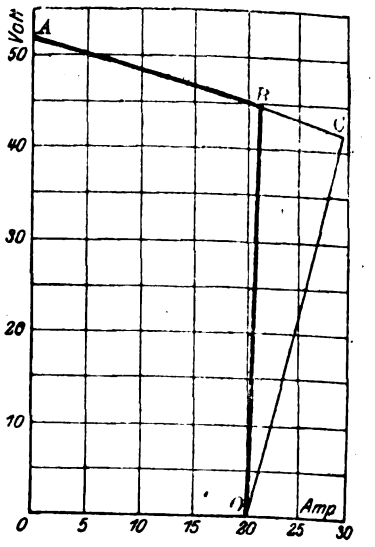
[1]) Vgl. „ETZ" 1909, S. 1031, 1282; 1910, S. 294, 880, 872 1078; 1912, S. 1108, 1200, 1245; 1918, S. 156; 1914, S. 286, 850, 598; 1917, S. 224.

Verschiedene elektrische Antriebe.

Magnetische Kupplung für gleichbleibendes Drehmoment.

[Electrician, Bd. 80, S. 613, und Engineering, Bd. 105, S. 105.]

Von W. Langdon Davies wird in England eine neue Art magnetischer Kupplung für gleichbleibendes Drehmoment, z. B. für gleichbleibende Stromabgabe der gekuppelten Dynamo oder für gleichbleibendes mechanisches Drehmoment des antreibenden Motors, ausgeführt. Die Kupplung besitzt im Gegensatz zu den üblichen Ausführungen einen auf Mindestmaß herabgedrückten Luftraum und arbeitet mit mehreren Erregerwicklungen, die gegeneinander wirken, so daß der sonst zum Kleben der Kupplung Anlaß gebende, remanente Magnetismus vollkommen beseitigt werden kann. Von den drei vorgesehenen Wicklungen wird die erste vom Netz derart erregt, daß das Drehmoment sicher übertragen werden kann. Die zweite Wicklung wird vom Ankerstrom der Dynamo durchflossen und arbeitet der Haupterregung entgegen, so daß nach einem begrenzten Anwachsen des Ankerstromes Gleiten der Kupplung eintritt. Die dritte Wicklung gleicht als Hilfswicklung, die ebenfalls der Haupterregung entgegenwirkt und von der entsprechend der veränderlichen Umdrehungszahl der Dynamo wachsenden bzw. fallenden Spannung erregt wird, die mit der Geschwindigkeit veränderliche Reibungsziffer aus. In Abb. 6 stellt die schwach ausgezogene Linie den Stromverlauf der Dynamo abhängig von der Spannung ohne die dritte Hilfswicklung dar, während die stark ausgezogene Linie unter Mitwirkung der dritten Hilfswicklung den Stromverlauf wiedergibt. Als Anwendungsgebiete kommen für die Kupplung Lichtbogenschweißung, Batterieladung und Motorgeneratoren für Straßenbahnzwecke in Betracht. Der Energiebedarf für Erregung beläuft sich auf 0,1% der übertragenen Leistung, auch kann die Kupplung infolge des verschwindend kleinen Luftspaltes



AC = bei gleichbleibender Umlaufzahl.
ACO = mit einer Hilfswicklung } in der Kupplung.
ABO = mit zwei Hilfswicklungen }

Abb. 5. Charakteristik der Dynamo.

nach Erregung mittels der Haupterregung beim Anlauf nur mit remanentem Magnetismus weiter betrieben werden. Um in diesem Fall ein Auskuppeln zu ermöglichen, wird die dritte Hilfswicklung von einer besonderen Spannungsquelle über einen Widerstand besonderer Ausführung, der ohne Unterbrechung eine Veränderung von Null bis zum Höchstwert und unter Stromwendung herab bis auf Null gestattet, erregt. Der Energieaufwand beträgt in diesem Falle 0,2% der übertragenen Leistung. Da die sonst erforderliche Lösefeder zur Überwindung des remanenten Magnetismus entfällt, ist vollkommen stoßfreies, weiches Ein- und Auskuppeln möglich. *Brk.*

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Jahresversammlung des Vereins Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen.

Am 24./25. X. 1918 tagte in Berlin die 17. Jahresversammlung des Vereins Deutscher Straßenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen. Von dem Vorsitzenden, Generaldirektor Dr. Wussow (Große Berliner Straßenbahn), wurde der neugewählte Vereinsdirektor, Herr Prof. Dr.-Ing. Helm eingeführt. Hierauf fanden 3 Vorträge statt, an die sich eingehende Aussprachen anschlossen. Baurat Otto, Berlin, sprach über Material- und Personalmangel bei den Straßenbahnen und Kleinbahnen und seine Folgeerscheinungen für die weitere Aufrechterhaltung der Betriebe; Baurat Nier, Dresden, und Direktor Simeon, Aachen, sprachen über Güterverkehr bei Straßenbahnen; Syndikus Moser, Berlin, sprach über neue Steuergesetzgebung. Von dem Verein wurde ein besonderer Ausschuß zur Normalisierung und Vereinheitlichung der Betriebsmittel für elektrische Bahnen gewählt. Diesem neuen Ausschuß gehören, neben einzelnen Verwaltungen, als persönliche Mitglieder an: Die Direktoren Albert, Crefeld, Albrecht, Dortmund, Stahl, Düsseldorf, und Dr.-Ing. L. Adler, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Die nächste Sitzung findet statt am

Dienstag, den 26. November, abends ½8 Uhr, im Ingenieurhaus, Sommerstr. 4 a.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr. Dolivo-Dobrowolski: Die Grenzen der elektrischen Arbeitsübertragung durch Drehstrom.

Digitized by Google

Herren, die sich an der Aussprache beteiligen wollen, können Fahnenabzüge des Vortrags von der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin SW 11, Königgrätzer Str. 106, I erhalten.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
L. Schüler.

Sitzung
am Dienstag, den 22. Oktober 1918, abends ½8 Uhr,
in der Technischen Hochschule Charlottenburg (Hörsaal 141).

Vorsitzender: Herr Geheimrat Strecker.

Anwesend etwa 150 Mitglieder und 10 Gäste.

Vorsitzender: M. H.! Nach der Sommerpause hoffe ich, daß Sie alle gekräftigt wieder zur Arbeit zurückgekehrt sind. Unsere seelischen Kräfte werden in diesem Winter stark in Anspruch genommen werden.

Ich kann mir nicht versagen, dem großen Schmerz Ausdruck zu geben, den wir alle empfinden infolge des Verlustes eines sehr geschätzten Vereinsmitgliedes, des Herrn Dr. Linke, der einem Eisenbahnunglück zum Opfer gefallen ist[1]). Sie wissen, was wir an ihm verlieren; es ist gewiß ein unersetzlicher Verlust, und wir beklagen, diesen hochbegabten Mann in so jugendlichem Alter aus unserer Mitte scheiden zu sehen. Ich bitte Sie, zu Ehren des Gedächtnisses des Verstorbenen sich zu erheben. (Geschieht.)

Sind Einwendungen gegen den vorigen Sitzungsbericht[2]) zu machen? Dies scheint nicht der Fall zu sein, das Protokoll gilt daher als festgestellt.

Gegen die in der Maisitzung ausgelegten Neuanmeldungen sind Einsprüche nicht erhoben worden. Die damals Angemeldeten sind daher als Mitglieder aufgenommen.

39 Neuanmeldungen sind eingegangen, das Verzeichnis derselben liegt hier aus.

Eingegangen sind das Juli- und Oktober-Heft der „Mitteilungen des Verbandes Deutscher Gutachterkammern", ferner eine Anzahl von Ankündigungen der vom Verein Deutscher Ingenieure veranstalteten „Technischen Sonderkurse". Die Drucksachen liegen hier aus.

Dann möchte ich den Herren mitteilen, daß leider Herr Bußmann heute Abend verhindert ist, zu erscheinen und seinen Bericht zu erstatten. Nun kommt in Frage, ob wir trotzdem diese Erörterung, die wir uns vorgenommen haben, stattfinden lassen. Herr Dr. Schering von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt hat die große Freundlichkeit, den Bericht an Stelle des Herrn Bußmann zu übernehmen. Sachlich stände nichts im Wege, die Erörterung heute doch stattfinden zu lassen, und vielleicht ist es der Wunsch vieler Mitglieder, besonders der auswärtigen Herren, das zu tun.

Herr Dr. Möllinger, der von auswärts kommt, ist durchaus der Meinung, daß wir die Erörterung vornehmen. Werden noch weitere Anregungen gegeben? Wenn niemand etwas dagegen hat, können wir bei der Tagesordnung bleiben. Dann kommen wir zu Punkt 2. Ich bitte Herrn Dr. Dessauer, sein Modell eines neuen Hochspannungstransformators vorzuführen.[3])

An die Vorführung schloß sich eine Erörterung, an der die Herren Faßbender, Schüler, Wagner und der Vortragende teilnahmen. Die Diskussion wird in der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: Wird das Wort weiter gewünscht? Das ist nicht der Fall, dann danke ich Herrn Dr. Dessauer namens des Vereins für seinen interessanten Vortrag, der uns mit ausgezeichneten Neuerungen auf einem uns ziemlich fremden Gebiet bekannt gemacht hat.

Wir kommen zu dem zweiten Gegenstand: „Aussprache über die Berücksichtigung der Phasenverschiebung bei Verbauchsmessungen in Drehstromnetzen".[4])

An den Bericht des Herrn Dr. Schering schloß sich eine Erörterung, an der die Herren Buchholz, Möllinger, Wagner, Passavant und der Berichterstatter sich beteiligten.

Die Diskussion wird in der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: Wird das Wort weiter gewünscht? Das ist nicht der Fall. Dann danke ich Herrn Dr. Schering für die Freundlichkeit, uns das eingehende Referat erstattet zu haben, und den anderen Herren für die Beteiligung an der Erörterung.

Ich schließe die Sitzung.

Der Generalsekretär:
L. Schüler.

Neuanmeldungen:

Aktiebolaget „Agros", Helsingfors.
Badmann, Werner, Ingenieur, z. Zt. Entschädigungsamt Brüssel.
Becker, Anton, Betriebsingenieur im Kabelwerk der S. S. W., Gartenfeld b. Berlin.
Betz, Otto, Korvettenkapitän a. D., Berlin-Schmargendorf.
Bergmann, Egon, Ingenieur, Berlin SO. 26.
Block, Erich, Geh. Baurat u. vortr. Rat, Berlin-Schöneberg.
von Bronk, Otto, Ingenieur, Berlin-Treptow.
Böttcher, Oskar, Elektrotechnische Engroshandlung, Berlin W.
Dehl, Paul, Fabrikant, Berlin.
Dietz, August, Ingenieur, Berlin N.
Essberger, Eduard, Diplomingenieur, Oberleutnant d. R., Berlin-Schöneberg.
Geyer, Karl, Ingenieur, Charlottenburg.
Giesecke, Gerhard, Ingenieur, Gumbinnen.
Harms, Gustav, Ingenieur, Berlin-Siemensstadt.
Hartstock, Paul, Elektroingenieur, Leutnant d. R., Berlin.
Idström, Osw., Ingenieur, Helsingfors.
Kiessling, Otto, Ingenieur, Charlottenburg.
Kuball, Franz, Ingenieur, Stolp i. Pomm.
Leber, Oscar, Ingenieur, Lehrer an der staatlichen städtischen Kunstgewerbeschule, Bielefeld.
Loßnitzer, Henry, Altona (Elbe).
Mann, Eugen, Elektrotechniker, Stuttgart.
Meyer-Wülfing, Dr., Berlin-Siemensstadt.
Müller, Ernst, Ingenieur, Eschweiler.
Nettebeck, Eduard, Ingenieur, Charlottenburg.
Neubert, Gustav, Ingenieur, Zehlendorf.
Niefind, Willi, Syndikus, Dr., Berlin W.
Oerding, Julius, Betriebstechniker, Call i. d. Eifel.
Pollatschek, Otto, Oberingenieur, Chemnitz.
Poser, Friedrich, Ingenieur, Berlin-Niederschönhausen.
Pudelewicz, K., Ingenieur der S. S. W., Posen W. 3.
Rauch, Felix, Beamter der Gesellschaft für elektrische Industrie, Weiz.
Rauchbach, Alfred Otto, Ingenieur, Stettin-Sydowsaue.
Schmelzekopf, Otto, Ingenieur, Berlin-Tempelhof.
Siebrecht, Ernst, Ingenieur, Kippenheim (Baden).
Siemens & Halske Akt.-Ges., Kriegsmetallwerk, München SO.
Spott, Walter, Betriebsingenieur, Reichshofen, Els.
Städtisches Elektrizitätsamt Stettin.
Subatzus, Ingenieur. Berlin-Steglitz.
Thien, Otto, techn. Beamter, Weiz.
Zimmermann, Karl, Elektroingenieur, Charlottenburg.

Herren, die dem Elektrotechnischen Verein beizutreten wünschen, wollen sich an die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin, Königgrätzerstr. 106, wenden.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

Hochschulnachrichten. Der Privatdozent für physikalische Chemie und Elektrochemie an der Universität Lemberg, Dr. R. Negeuß, wurde zum a. o. Professor für Experimentalphysik ebenda ernannt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Elektrostahlöfen. Von E. F. Russ. Mit 152 Abb. VII und 198 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 12 M.

Das Buch zerfällt in 8 Hauptabschnitte, von denen die ersten drei die elektrotechnischen Grundbegriffe, die elektrischen Stromerzeuger und die Umwandler und der vierte die elektrischen Heizungsarten behandeln. Der fünfte und umfangreichste Abschnitt betrifft die industriellen Elektrostahlöfen als solche, der sechste verschiedene Einzelheiten, wie Elektroden, Fassungen, Elektrodenverbindungen usw. an Lichtbogenöfen, das Ofenfutter und das Anheizen bei Induktionsöfen. Messungen, Schalter und Regulatoren. Der siebente Abschnitt befaßt sich mit elektrischen Versuchsschmelzöfen, der achte mit Einrichtungen zur Kohlenstoffbestimmung in Stahl und Eisen.

Das Buch soll für den Elektrotechniker, den Hüttenmann und den Studierenden geschrieben sein. Es müßte also sehr verschiedenen Anforderungen entsprechen, ganz abgesehen davon, daß es ja Studierende verschiedener Fachrichtung, also mit ebenfalls verschiedenen Bedürfnissen gibt. Der Elektrotechniker muß den Inhalt der drei ersten Abschnitte ohnedies beherrschen, der Hüttenmann wird ein zu geringes Eingehen auf die metallurgische Seite der Elektrostahlerzeugung bemängeln. Immerhin ist die Übersicht über die Elektrostahlöfen als solche im großen und ganzen als genügend ausführlich und objektiv zu bezeichnen. Ganz gleichmäßig ist aber auch dieser Teil nicht ausgefallen. Es werden Ofenarten aufgezählt und beschrieben (Metzger, Schatzl, Levoz usw.), die wohl kaum je zur Anwendung gelangt sind, anderseits auch Bauarten (Hiorth, Gin, Rombacher Rinnenofen), die zwar in Einzelausführungen in größerem Maßstab versucht wurden, aber nicht zur Einführung gelangten. Strebte der Verfasser Vollständigkeit in der Beschreibung der verschiedenen Ofenbauarten an, dann hätte er noch eine ganze Reihe von Öfen (Allevard, Firminy, Hering, Dolter usw.) aufnehmen müssen. Auch hätte das elektrische Einschmelzen von Ferromangan, als dem Elektrostahlofen sehr nahestehend und sich der gleichen Bauarten bedienend, ausführlicher behandelt werden können.

Der Abschnitt 7, welcher die elektrischen Versuchsschmelzöfen behandelt, erscheint nicht ganz einwandfrei. Besprecher glaubt nach seinen Erfahrungen nicht, daß ein Stahlwerk Versuchsschmelzungen über Spezialstähle in den beschriebenen Laboratoriums-Versuchsöfen der Frankfurter Scheideanstalt durchführen wird. Anderseits gehen die als Versuchsöfen bezeichneten Transformator-Schmelzöfen über diesen Rahmen schon hinaus.

Der Zweck des 8. Abschnittes ist nicht recht ersichtlich. Sollen damit analytischen und sonstigen Laboratoriumszwecken dienende Ofenkonstruktionen beschrieben werden, so ist das Gebiet durch das Gebrachte bei weitem nicht erschöpft. Ist wieder die Kohlenstoffbestimmung im Stahl der Hauptzweck der Veröffentlichung, so muß man sich fragen, warum gerade nur diese — allerdings häufigste Untersuchung aus dem Stahlwerkslaboratorium herausgegriffen ist.

Das Buch ist im allgemeinen eine brauchbare Zusammenstellung, die aber nichts wesentlich Neues gegenüber anderen, schon vorhandenen Bearbeitungen des gleichen Gebietes bringt. Auf das Lesen der Korrekturen hätte wohl etwas mehr Sorgfalt verwendet werden können. Als Beispiel sei nur auf den letzten Satz im ersten Absatz des Vorwortes hingewiesen. An der Austattung darf man keine Kritik üben, nach dieser Richtung sind ja dem Verlag durch die heutigen Verhältnisse unliebsame Grenzen gezogen.

V. Engelhardt.

Werktuigkunde voor den Electrotechnicus. Inleiding tot de Studie der Electrotechniek. Von R. Swierstra. Mit 105 Abb. XIV u. 135 S. in 8°. Verlag von Maatschappij voorheen van Mantgem & de Does. Amsterdam 1918. Preis 3,25 Gulden.

Dieses Lehrbuch der Mechanik für Elektrotechniker ist, wie der Verfasser im Vorwort ausführt, in der Absicht geschrieben worden, der neuen, nach Spezialisierung strebenden Zeit Rechnung zu tragen. Es soll zur Einführung in das Studium der Elektrotechnik dienen und behandelt in drei Hauptteilen die Bewegungslehre, Gleichgewichtslehre und die Lehre von den Kräften. Der vierte Hauptteil des Buches ist den einfachen Maschinen gewidmet.

Der Verfasser kennt die an ein vornehmlich zum Selbstunterricht bestimmtes Lehrbuch zu stellenden Anforderungen. Durch weitgehende Verwendung von Schaubildern, jedem Hauptabschnitt beigefügte praktische Aufgaben und durch übersichtliche Anordnung erfüllt das im übrigen von den üblichen Elementarbüchern stofflich nicht abweichende Werk seinen Zweck.

Die erkennbare Absicht, nur die zum Verständnis des mittleren, elektrotechnischen Unterrichts erforderlichen Lehrsätze der Mechanik zu bringen, macht das Buch immerhin zu einer neuartigen Zeiterscheinung. Besondere Erwähnung verdient die vollständige Aufgabe der Verwendung in Holland noch üblicher Sonderbezeichnungen für Einheiten und Formeln. Durchweg sind die vom „AEF" aufgestellten Bezeichnungen und Formelgrößen gebraucht.

Arjes.

---

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 430.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 269.
[3]) Vgl. hierzu „ETZ" 1918, S. 978, 988.
[4]) Vgl. hierzu „ETZ" 1918, S. 93, 105, 159, 231.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Ausgestaltung der elektrotechnischen Industrie Englands[1]).

Von den im Jahre 1916 vom britischen Handelsamt eingesetzten Fachkomitees, welche auf Grund eingehender Untersuchungen und Erwägungen Vorschläge über die Sicherstellung der gesamten englischen Industrie nach dem Kriege einbringen sollten, hat u. a. auch dasjenige für die Elektrizitätsindustrie seinen Bericht erstattet, dem folgendes zu entnehmen ist:

An den Arbeiten waren beteiligt die Institution of Electrical Engineers, die Incorporated Municipal Electrical Association, die Association of Electrical Power Companies, die British Electrical and Allied Manufacturers, die Cable Makers Association und die Tramways and Light Railways Association; außerdem eine Reihe hervorragender Beratender Ingenieure, Fabrikanten von elektrischem Material, Direktoren und Ingenieure von bedeutenden öffentlichen Kraftwerken usw.

Das Komitee geht von der Anschauung aus, daß eine richtige Betrachtung über die Zukunft der einzelnen elektrischen Geschäftszweige nur durch das Studium der elektrischen Industrie als Ganzes gewonnen werden kann. Weder die Regierung noch die Allgemeinheit haben jemals die Bedeutung dieser Industrie gewürdigt, und die Folge davon war, daß sowohl die Industrie als auch das Land unter den Irrtümern der Gesetzgebung zu leiden hatten. Um beispielsweise elektrischen Strom fortzuleiten, wurde es nötig, Kabel zu legen, deren Verlegung jedoch Reibungen mit Straßen-, Wege- und Privatrechten hervorrief. Die Unternehmer elektrischer Anlagen wurden dadurch aufgehalten, während Parlament und Lokalbehörden darüber verhandelten, wie man die Verteilung und Verwendung elektrischen Stromes verhindern könne, wo ein Widerstreit mit veralteten Anschauungen und Sonderinteressen in Betracht käme. Politische Rücksichten hinderten namentlich die Entwicklung des elektrischen Bahnbetriebes, obgleich der Ausbau der Elektrizitätsversorgung eine Ersparnis von nicht weniger als 50 Mill. t Kohle jährlich zur Folge gehabt haben würde, wozu noch die Verbilligung der elektrischen Energie für Antrieb, Beleuchtung usw. zu rechnen ist. Die schwierige Lage des Landes im Kriege hat bewiesen, daß die elektrische Industrie zu den grundlegenden Industrien Englands gehört.

Der elektrische Bahnbetrieb im Vereinigten Königreich bedingt schon jetzt einen Energieverbrauch von nahezu einer Milliarde kW h im Jahr. Es wird auf den Nachteil hingewiesen, daß die elektrische Zugförderung rechtlich noch zum großen Teil auf der gänzlich veralteten Tramways-Akte von 1870 beruht, und daß auch die spätere Gesetzgebung bezüglich leichter Eisenbahnen, also eine Art Kleinbahngesetz, gegen den Willen des Gesetzgebers die Entwicklung derselben nicht gefördert, sondern gehemmt hat. Das Komitee erklärt, daß die Elektrisierung der Eisenbahnen, die in nächster Zukunft zu erwarten ist, ihrer großen Bedeutung gemäß auf Grund eines festgelegten Generalplanes durchgeführt werden müsse, namentlich was die methodische Verteilung der Haupt- und Nebenlinien und die Anlage der Kraftstationen unter Berücksichtigung der militärischen und zivilen Erfordernisse anbetrifft.

Der nächste Abschnitt befaßt sich mit der Fabrikation. Die trockenen Ziffern zeigen mit verblüffender Deutlichkeit, daß die englische Elektrizitätsindustrie, trotzdem sie außer der amerikanischen mit außergewöhnlich günstigen Entwicklungsmöglichkeiten wie keine zweite ausgestattet war, es zu einem nennenswerten Aufschwung nicht gebracht hat. Aus den dem Komitee vorgelegten Tabellen geht hervor, daß 32 Elektrizitätsfirmen mit einem gesamten eingezahlten Kapital von mehr als 15 Mill. £ nicht weniger als 3,125 Mill. £ auf Verlustkonto haben abschreiben müssen. Nur wenige dieser Gesellschaften haben überhaupt einen befriedigenden Gewinn ergeben. Nur die Kabelindustrie macht von dieser ungünstigen Lage sowohl in technischer, als auch in finanzieller Beziehung eine bemerkenswerte Ausnahme. Bezüglich der Überlegenheit der deutschen Elektrizitätsindustrie hat man sich bekanntlich in England schon seit langem keiner Täuschung hingegeben. Die letzten statistischen Angaben vor dem Kriege bieten zum Vergleich folgende Ziffern:

	England Mill. £	Deutschland Mill. £
Gesamte Erzeugung an elektr. Material . . .	22,50	60,00
Ausfuhr	7,50	15,00
Einfuhr	2,93	0,63
Verbrauch einheimischer Fabrikate	15,00	45,00

Die annähernde Quote des in Deutschland verbrauchten, einheimischen, elektrischen Materials betrug vor dem Kriege f. 1 Jahr und 100 Einwohner ungefähr 70 £, in England dagegen nur rd. 33 £. Dazu kommt, daß ein Teil des oben angegebenen Betrages der britischen Gesamterzeugung von in England ansässigen, aber mit ausländischem Kapital betriebenen Firmen stammt, und daß in den britischen Ausfuhrziffern auch eine große Anzahl ausländischer, natürlich zumeist deutscher Fabrikate, enthalten sind, die nur über englische Häfen verschifft wurden. Die verhältnismäßig geringe Anwendung des elektrischen Betriebes im Vereinigten Königreich wird in der Denkschrift auch auf den Umstand zurückgeführt, daß früher die allgemeine, industrielle Entwicklung auf dem europäischen Festlande eine geringere und die Verwendung der Dampfkraft keine so ausgebreitete war wie in England, wo bei vielen Anlagen die kostspielige Dampfmaschinenanlage erst hätte beseitigt werden müssen, um dem elektrischen Antrieb Platz zu machen. Ferner wird auf den Widerstand der mächtigen Gasinteressenten in Großbritannien gegen die Elektrisierung der Industrie verwiesen, auf die Schutzzölle in anderen Staaten, auf die Förderung der eigenen Elektrizitätsindustrie seitens der deutschen Regierung und endlich, charakteristischerweise, auf die aggressive Natur des deutschen Wettbewerbes, der sich nicht nur damit begnügte, die Vorteile des englischen Freihandelssystems auszunutzen, sondern direkt auf die Zerstörung der britischen Industrie ausging.

Für diese letztere Behauptung wird versucht, den Beweis zu erbringen, indem die Tätigkeit der deutschen Finanzwelt beleuchtet wird, welche immer darauf Bedacht genommen habe, die Gewährung von Krediten für Neuanlagen im Auslande von der Verwendung deutschen Materials abhängig zu machen, so daß offensichtlich englische Gesellschaften unter deutsche Kontrolle kamen, so daß ferner britische Interessen durch verkappte deutsche Gesellschaften, die in Amerika, der Schweiz und anderen neutralen Ländern ansässig waren, geschädigt wurden, und daß beispielsweise der Einfluß der deutschen Finanz soweit ging, daß einige in Südamerika arbeitende, englische Gesellschaften aufhören mußten, britische Waren dorthin zu liefern. Mit der dem Engländer eigenen, geschäftlichen Klarheit wird gezeigt, worin die Überlegenheit der deutschen Organisation besteht. Vor einer Reihe von Jahren hätten sich die bedeutendsten deutschen Elektrizitätsfirmen zu einigen wenigen Konzernen von Weltbedeutung vereinigt, welche den britischen Fabrikanten überall in den überseeischen Gebieten entgegentreten. Aber diese Konkurrenten, obwohl gering an Zahl, haben ungeheure Hilfsquellen, glänzend organisierte und fähige Betriebsleitungen und Angestellte und geschulte Arbeiter; ihre Stammfabriken sind mit den vollkommensten technischen Einrichtungen ausgestattet; sie unterhalten Versuchslaboratorien und haben auf der ganzen Welt Zweigniederlassungen.

Im Gegensatz zu dieser in Deutschland und Amerika so ausgezeichnet bewährten Methode sei man in England Fusionen stets aus dem Wege gegangen, aus Furcht, daß die Preise der Fabrikate zum Nachteil des Konsumenten steigen könnten. Das Komitee ist jedoch überzeugt, daß diese Furcht unbegründet ist, weil große Konzerne technisch in der Lage sind, systematischer und darum wirtschaftlicher zu arbeiten. Pflicht der Regierung sei es, das Problem der Schaffung einer leistungsfähigen, elektrischen Industrie unverzüglich in die Hand zu nehmen, speziell unter Berücksichtigung der Eroberung der ausländischen Märkte, was aber nicht möglich sein werde, wenn die britische Industrie sich nicht hinsichtlich der Sprache, der Maße und der Preise in ihrem Propagandamaterial den Verhältnissen des Auslandes anpasse. Dabei wird auf die Tarifpolitik der deutschen Bahnen hingewiesen, die für Ladungen von 10 t aufwärts ermäßigte und ebenso für Stückgut, das zur Ausfuhr bestimmt ist, Frachtraten gewähre, wogegen die Grundsätze der englischen Bahnen eine viel schwerfälligere Handhabung zur Folge hätten. Beim Seetransport sei der englische Fabrikant noch ungünstiger gestellt, und es müsse in Zukunft durch Gesetz verhindert werden, daß zu Schiff eingeführte Güter auf britischen Bahnen billiger befördert werden können als einheimische Erzeugnisse.

Was die finanzielle Unterstützung der britischen Elektrizitätsindustrie anbelangt, so wird der heimischen Finanz der Vorwurf gemacht, daß sie sich um die Industrie bisher nicht gekümmert, sondern nur mit Rücksicht auf eine möglichst gute Verzinsung ihres Kapitals dasselbe in den verschiedensten Anlagen untergebracht habe, u. zw. dauernd zum Nutzen der deutschen Industrie. Wiederum wird auf das deutsche Beispiel verwiesen, wo in den Verwaltungen der großen Elektrizitätskonzerne Bankiers und Fachleute gemeinsam Sitz haben unter Zuziehung der bedeutendsten technischen und kaufmännischen Spezialisten. Durch Gründung von besonderen Tochterunternehmungen hätte die deutsche Elektrizitätsindustrie sich einen entscheidenden Einfluß in den Nachbarländern, besonders in Rußland, Italien, Belgien und der Schweiz, gesichert.

Das Komitee hält ein Gesetz für notwendig, demzufolge jede in Großbritannien oder den Dominien eingetragene Gesellschaft rein englisch sein müsse, und daß jede Art von direkter oder indirekter Kontrolle nur durch britische Untertanen ausgeübt werden dürfe. Es wird besonders auf die noch unausgenutzten Kraftquellen in Indien und Kanada verwiesen und der Grundsatz aufgestellt, daß diese Hilfsquellen im ganzen britischen Reiche niemals unter fremdländischen Einfluß kommen dürften. Dasselbe müsse für alle Naturprodukte und Rohmaterialien, die in der elektrischen Industrie verwendet werden, gelten.

Aus der Reihe von Vorschlägen, die das Komitee zusammenfassend unterbreitet, werden die folgenden angeführt:

Eine gründliche Reform in der Gesetzgebung und den Bedingungen bezüglich der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie und eine gleiche Reform bezüglich Straßen- und Kleinbahnen.

Das Verbot der Einfuhr feindlicher Waren binnen drei Jahren nach Friedensschluß, bei eventueller Erlaubnis der Einfuhr nach zwölf Monaten unter besonderen Umständen.

Die Einführung von genügend hohen Schutzzöllen.

Die Verhinderung des Verkaufes fremdländischer, elektrotechnischer Erzeugnisse im Vereinigten Königreich zu billigeren Preisen als im Ursprungslande.

Die Verhinderung eines feindlichen Konzerns, auch wenn er nur indirekt unter feindlichem Einfluß steht, innerhalb des Reiches Geschäfte zu betreiben, ausgenommen bei spezieller Erlaubnis und öffentlicher Bekanntmachung, unter der Bedingung, daß nicht mehr als 25% des Aktienkapitals der betreffenden elektrischen Unternehmung in der Hand feindlicher Aktionäre oder ihrer Vertreter sein dürfen.

Die Einführung von Normaltypen und -modellen für Anlagen und Apparate seitens der Regierungs- und Kommunalbehörden, soweit dies möglich ist.

Die Förderung einer besseren Verständigung zwischen Vorgesetzten und Angestellten.

Die Förderung der Bankenbeteiligung, besonders bei der Gründung von Industriebanken.

Wie hieraus ersichtlich ist, schließen auch diese ausgesprochen protektionistischen und nationalistischen Grundsätze ein künftiges Arbeiten der elektrischen Industrie in England und seinen überseeischen Besitzungen mit den Industrien seiner jetzigen Feinde nicht gänzlich aus; einige Wege hat man mit Absicht offen gelassen, wohl wissend, daß der britische Bedarf für die nächste Zukunft mit der heimischen Erzeugung nicht wird auskommen können.

Es scheint, als ob in dieser Denkschrift die Front geflissentlich so scharf gegen Deutschland gerichtet ist, um zu verdecken, daß ihr Inhalt nicht weniger gegen die im Kriege immer bedrohlicher gewordene Konkurrenz der Vereinigten Staaten und Japans gerichtet ist.

[1]) Bericht von W. Leppmann in „Elektrotechn. u. Maschinenb.", Bd. 36, Heft 34 (Anzeiger). Nach „The Electrician" v. 21. VI. 1918.

Firmenverzeichnis.

Ukrainische Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft m. b. H., Berlin. Gegenstand: Vertretung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, in der Ukraine. Stammkapital: 0,3 Mill. M. Geschäftsführer: Direktor A. Pfeffer, Direktor S. Roos, beide in Berlin.

Änderungen in der Verwaltung. Thüringische Elektrizitäts- und Gas-Werke A. G., Apolda. In den Vorstand berufen: K. Schroth, Apolda. Aus dem Vorstand geschieden: J. Adolffs, Apolda.

Abschluß des Heftes: 16. November 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. O. Lehmann in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner (z. Zt. im Felde), K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. Berlin, 28. November 1918. Heft 48.

Ein Tarifvorschlag.

Von J. Nicolaisen, z. Zt. im Felde.

Übersicht. Infolge ständigen Rückgangs des Stromverbrauchs der Einzelanlage, bedingt durch verschiedene Einflüsse, ist die Ausnutzung der großen Zahl bestehender Kleinanlagen derart niedrig, daß die Rentabilität der kleinen Anschlüsse immer mehr sinkt. Die einfache Umkehr der Tarifgestaltung, durch Erhöhung der Einheitspreise diese rückgängigen Ergebnisse wieder auszugleichen, ist von zweifelhaftem Wert. Es wird eine neue Form der Tarifgestaltung vorgeschlagen, welche gekennzeichnet ist durch Zusammenfassung nach unten abgestufter Einheitspreise mit nach oben abgestuften Grundgebührensätzen, u. zw. sowohl für einen Haushaltungs- und einen gewerblichen Tarif. Der Einfluß auf die mittlere Einnahme für eine bezogene kWh wird in Zahlentafeln gezeigt.

Die Fortschritte der Technik haben einen dauernden Rückgang im Strombezug der elektrischen Beleuchtungsanlagen zur Folge; unterstützt wird dieser Vorgang durch die Einführung der Sommerzeit und die allgemeinen Bestrebungen zur Sparsamkeit. Die Verbilligung des Bezuges einer bestimmten Lichtmenge hat zwar die Ausdehnung der Absatzmöglichkeiten auch auf die weniger kaufkräftigen Kreise bewirkt. So sind die Gesamtumsätze im Verkauf elektrischer Energie für Haushaltszwecke immerhin weiter steigend. Doch ist diese Steigerung des Umsatzes nicht imstande, die Nachteile aufzuwiegen, welche die Umsatzverminderung der Einzelanlage mit sich bringt. Denn mit der Verminderung des Umsatzes des einzelnen Abnehmers hält die Unkostenersparnis nicht Schritt. Vielmehr bleiben die festen Unkosten eines Werkes, berechnet auf die Einzelanlage, fast die gleichen; in vielen Fällen zeigen diese Zahlen sogar eine erhebliche Neigung zur weiteren Steigerung. Höhere Löhne und teure Materialpreise bewirken diese Tatsache.[1]) Dementsprechend werden die Ergebnisse der Stromlieferung an die Kleinabnehmer einmal durch Rückgang des Umsatzes und zum andern durch gleichbleibende, u. U. steigende Höhe der Unkosten des Einzelanschlusses immer kleiner.

Es ist erklärlich, daß ein Ausgleich in dieser kritischen Frage gesucht wird. Die Lösung kann allein in der Richtung der Umsatzsteigerung erfolgen. Wenn es möglich wird, in ein und derselben Anlage mittels geeigneter Maßnahmen das Mehrfache des früheren Umsatzes zu erreichen, dann ist der Kleinabnehmer als sicherer und dauernd gleichmäßiger Stromabnehmer ein starker Rückhalt zur Aufrechterhaltung guter wirtschaftlicher Ergebnisse. Nachdem seit Bestand der elektrischen Industrie die Tarife durchweg ständig niedriger geworden sind, wäre eine Umkehr in der Geschäftspolitik, die auf eine direkte Erhöhung der Bezugspreise ausgeht, die einfachste Lösung. Aber dieser einfache Weg ist sicherlich nicht der beste und vor allem keineswegs geeignet, der Einführung der elektrischen Energie in alle noch offenen Kreise des Haushalts den Weg zu ebnen. Die bisherige Art der Stromlieferung an die Einzelhaushalte beschränkte sich auf die Lieferung des Beleuchtungsstromes. Die jährlichen Benutzungszeiten beliefen sich durchweg auf 1200 bis 1500 h.

Das Ziel einer Tarifpolitik muß sein, diese Zeiten mindestens zu verdoppeln. Die Benutzungsziffern, berechnet nach dem Anschlußwert, sind noch weit niedriger und belaufen sich oft nur auf 100 bis 200 Benutzungsstunden. Begründet ist das dadurch, daß die bestehenden Anlagen in den wenigen Jahresbenutzungszeiten auch nur noch zum kleinen Teil unter Strom stehen.

Zweite Aufgabe einer zeitgemäßen Tarifbearbeitung muß es sein, den Anreiz zu einer weit besseren Ausnutzung der einmal bestehenden Anlage zu geben. Beide Forderungen können nur erfüllt werden, wenn man den Gesamthaushalt in allen seinen Bezugsmöglichkeiten erfaßt und ihn durch geeignete Behandlung zur Einführung elektrischer Energie in allen Teilen bewegt. Die Erhöhung der jährlichen Benutzungszeiten auf 2500 bis 3000 h ist möglich, wenn die Küche zur Verwendung elektrischer Energie veranlaßt werden kann und hiermit als Tagesbezieher ein äußerst wertvoller Abnehmer wird. Die Erhöhung der Benutzungszeiten, nach dem Anschlußwert berechnet, kann nur erfolgen, wenn der Strombezug in großen Mengen und im vollen Tagesbetrieb jedem Haushalt erreichbar wird. Die Eroberung der Küche und die Einführung der elektrischen Energie zur Heizung sowie die stärkste Ausnutzung aller Bezugsmöglichkeiten findet ihren Schlüssel stets in der Tarifgestaltung. Die Apparateindustrie ist in der Lage, für annehmbare Preise die Käufer mit den benötigten elektrischen Heiz-, Koch- und Wärmekörpern zu versehen. Die Einführung elektrischer Kochapparate und Herde kann an der Frage der Bezugspreise nicht mehr scheitern. Die ständige Benutzung und die weitere Ausdehnung des Strombezuges im Tagesverbrauch ist einzig und allein abhängig vom Werk selbst; das Bedürfnis ist vorhanden, die Befriedigung desselben durch Wahl der passendsten Form für den Vertrieb der elektrischen Energie ist zu bewerkstelligen.

Nur in wenigen Werken Deutschlands finden wir Anfänge zur Erhöhung des Bezuges, speziell zur Einführung elektrischer Koch- und Heizgelegenheit mittels sachgemäßer Gestaltung der Haushaltstarife. In den meisten Fällen sucht man der Einnahmeverminderung einfach durch Erhöhung des Bezugspreises entgegenzuarbeiten. Ein einfaches, aber sehr bedenkliches Mittel. Die Erhöhung des Strompreises findet einmal ihre Grenzen und schließt schließlich eine große Anzahl sonst sehr willkommener Abnehmer für immer vom Bezug aus. Denn daß die große Anzahl der kleinen Abnehmer ein äußerst wichtiger Faktor für das Geschäftsergebnis darstellen, wird kein Unternehmer bestreiten können. Bei sachgemäßer Behandlung ist der Kleinabnehmer als der stärkste Rückhalt jeden Werkes anzusehen. In Zeiten schlechten Geschäftsganges, Streiks oder anderer elementarer Ereignisse, durch welche die Großindustrie zeitweise lahmgelegt werden kann, bleibt der kleine Bezieher derjenige Faktor, der die Gewinnzahlen weiter hochhält. Die Bemühungen der Werke müssen dahin gehen, diese Kleinabnehmer zu möglichst hohem Bezug zu veranlassen. Und daß in den einzelnen Haushaltungen sehr hohe Umsätze zu erzielen sind, dafür haben wir Beweise in der bisherigen Praxis. Es sind in Bezirken, in denen man ein aufmerksames Auge speziell für die Bedürfnisse des Haushaltes hatte, bereits Umsätze von 1500 kWh im Einzelhaushalt jährlich erreicht worden. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß wir erst in den Anfängen durchgreifender Versorgung des Gesamthaushaltes stecken. Ein Umsatz von 1500 bis 2000 kWh muß in jeder Kleinanlage möglich gemacht werden, das sind im Mittel 5 kWh täglich.

Voraussetzung und Anreiz hierzu ist allein die entsprechende Tarifgestaltung. Und für den Betrieb gibt es kaum einen gleichmäßigeren Abnehmer, als die große Anzahl der kleinen Anlagen. Die Tageseinteilung in den verschiedenen Stadt- und Landbezirken, in den Haushalten der verschiedenen Berufsklassen und den ebenso verschieden sozialen Schichten der Bevölkerung läßt einen Ausgleich der Tagesbelastung von aller Morgenfrühe bis zur späten Abendstunde hinein als sicher erscheinen. Das aber bringt wieder eine Verbesserung der Betriebsziffer und somit indirekt eine Verbilligung der Stromerzeugung mit sich. Schließlich ist bei Festlegung eines Tarifes noch eine Art stille Garantie in diesen hineinzuarbeiten, welche dem liefernden Werke die unbedingte Gewähr dafür bietet, daß jeder Einzelanschluß ein bestimmtes Einnahmeminimum erreicht.

Es sind demnach bei der Tarifbearbeitung folgende Punkte zu berücksichtigen:

- die jährlichen Benutzungszeiten müssen bedeutend steigen;
- die Benutzungsziffern, berechnet nach dem Anschlußwert, müssen sich um ein vielfaches erhöhen und
- eine gewisse stille Garantie ist vorzusehen.

Außerdem ist der Tarif so aufzustellen, daß den kleinen Verbrauchern möglichst Alternative zur freien Wahl gestellt werden können, aber dem Werk gleichzeitig Schutz geboten wird gegen zu billigen Strombezug größerer, aber sehr sparsamer Verbraucher. Leichtverständliche Abrechnungsform überwindet den Widerstand der Strombezieher bei Einführung der Neuerung. Direkte Garantievorschriften, Zählermieten usw. müssen vollständig in Fortfall kommen; die einfachste Bearbeitung ist die dem Abnehmer am leichtesten verständliche, und kann doch allen notwendigen Forderungen des Unternehmens gerecht werden.

In vorliegendem Tarifvorschlag, der den vorstehenden Forderungen möglichst gerecht werden soll, habe ich eine Bearbeitung niedergelegt, welche berechnet ist auf Grund der Geschäftslage eines Überlandwerkes mit vorwiegend ländlicher Bevölkerung und Kleinstädten, Verhältnissen, wie sie in dem größten Teil der landwirtschaftlichen und Überlandwerke und für einen sehr großen Teil der kleineren und mittleren städtischen Werke vorliegen. Die Höchstgrenze des Strombezuges liegt bei den kleineren Abnehmern zum weitaus größten Teil zwischen 50 bis 100 kWh. Selbst größere Haushaltungen kommen selten auf einen Umsatz von 200 kWh. Die Benutzungszeiten der Anlagen, nach dem Anschlußwert berechnet, ist, wie wohl in den

[1]) „ETZ" 1918, S. 149.

Digitized by Google

meisten Überlandwerken, überaus mäßig. Der Anteil einer bezogenen Kilowattstunde an den Unkosten für Strommessung, Vertrieb und Verwaltung ist dementsprechend sehr hoch. Eine Verbesserung beider Ziffern ist nur durch Umsatzsteigerung erreichbar. Eine einfache Erhöhung des Tarifes würde kaum einmal eine Einnahmeerhöhung sichern. Ich habe darum sehr niedrige Bezugspreise in 4 verschiedenen Abstufungen vorgesehen, und weiterhin zur Erzielung einer bestimmten, sicheren Mindesteinnahme den niederen Tarifen entsprechende Grundgebühren ebenfalls in 4 verschiedenen Abstufungen zur Seite gestellt. Mit der Ermäßigung der Strompreise steigen die Grundgebühren. Mag nun der Abnehmer den hohen oder niederen Bezugspreis wählen, das Werk ist vor Einnahmeausfällen stets gesichert, da die Grundgebühr auch bei sparsamstem Bezug die erzielte mittlere Einnahme für eine bezogene Einheit hochhält. Anderseits aber ist dem Abnehmer Gelegenheit geboten, infolge des niederen Strompreises größere Mengen als bisher auf vorteilhaftere Art zu beziehen, und somit die elektrische Energie in weit größerem Umfange als bisher in seinem Haushalt zu verwenden. Keine Garantieklausel flößt dem Abnehmer Unbehagen ein, denn die Grundgebühr schließt eine stille Garantie in sich, ebenso wie die Zählermiete durch die Berechnung der Gebühr hinfällig wird. Eine einzige Beschränkung ist den größeren Strombeziehern aufzuerlegen, um einer mißbräuchlichen Benutzung der niedrigsten Grundgebühr durch größere, aber allzu sparsame Verbraucher vorzubeugen. Während den kleinsten Anlagen im Umfang bis zu 10 Lampen die Wahl irgend einer Tarifstufe völlig freisteht, ist den Anlagen im Umfange von 11 bis 20 Lampen mindestens die 2. Stufe vorzuschreiben; die Wahl der höheren Stufen bleibt aber auch diesem Bezieher freigestellt. Den Anlagen von 21 bis 30 Lampen Umfang steht die 3. oder 4. Stufe je nach Wahl zur Verfügung, während Anlagen mit über 30 Lampen Anschlußwert die Stufe 4 eingehen müssen. Mit jeder höheren Stufe steigt die Grundgebühr, so daß je nach Größe der Anlage auch die Mindesteinnahme in steigender Höhe garantiert wird. Dagegen fällt mit der höheren Gebührenstufe der Preis für die bezogene kWh jedesmal um 4 Pf bzw. 2 Pf, vom höchsten Satz mit 20 Pf auf den billigsten Preis mit 10 Pf für 1 kWh. Einmal ist in den umfangreicheren Anlagen die Aussicht auf Erhöhung des Umsatzes am größten, zum anderen aber steht es ja auch den kleineren Anlagen frei, diesen billigen Einheitspreis zu beanspruchen, wofür dann aber eine höhere Mindesteinnahme mittels der höheren Grundgebühr gesichert werden soll. Je nach der wirtschaftlichen Lage des Abnehmers und je nach der Möglichkeit zur höheren Ausnutzung seiner Anlage wird die Wahl des Abnehmers sich bald nicht mehr von der Höhe der Grundgebühr beeinflussen lassen, vielmehr wird er bestrebt sein, den niedrigsten Einheitssatz abzuschließen, um dem hohen Umsatz entsprechend der vorteilhaftesten Bezugsmöglichkeit teilhaftig zu werden.

Der in normalen Zeiten bezogene Beleuchtungsstrom wird in jedem Falle mit einem ansehnlichen Satz bezahlt. Jeder darüber hinausgehende Mehrverbrauch, sei es nun für Beleuchtung, sei es für andere Zwecke, steht dem Abnehmer verhältnismäßig billiger zur Verfügung. Doch muß man stets beachten, daß dieser Mehrumsatz nur durch Einräumung des billigen Einheitspreises erzielt wird. Aber selbst bei stärkster Ausnutzung der Anlage bleibt die mittlere erzielte Einnahme um einen hohen Prozentsatz über dem Bezugspreis für eine Einheit. Und außerdem wird dieser erhöhte Umsatz innerhalb des Tagesbetriebes erzielt, während welcher die große Zahl dieser Anlagen sonst still liegen würde. Die Ausnutzungszahlen müssen sich steigern und den günstigsten Einfluß auf die Betriebsziffern ausüben. Die Wahl der 4-fachen Abstufung kann auf die Installationstätigkeit nicht hemmend einwirken. Der Fortfall der Zählermieten und jeder direkten Garantievorschrift kann auf den Abnehmer bei Vertragsabschluß nur günstigen Einfluß ausüben. Schließlich kommt diese Tarifform demjenigen Abnehmer, der seine Anlage möglichst stark ausnutzt, auch in dieser Hinsicht entgegen. Bezieht z. B. eine Anlage im Umfange von etwa 10 Lampen in einem Jahre rd 100 kWh, dann kommt der mittlere Bezugspreis bei Abschluß nach Stufe 1 auf 44 Pf die kWh. Hat jedoch eine Anlage von 40 Lampen Umfang keinen höheren Umsatz erzielt, dann ist diese Anlage lange nicht so stark ausgenutzt als die vorher angeführte kleinere; der mittlere Bezugspreis stellt sich auch in diesem Falle auf 82 Pf für 1 kWh. Wer seine Anlage zu wenig benutzt, zahlt dementsprechend höhere mittlere Bezugspreise als der Abnehmer, der höhere Benutzungszeiten erreicht. Erst wenn ein Verbrauch erzielt wird, der nur unter Benutzung von anderen Tagesstromverbrauchern erreichbar wird, dreht sich das Bild. Dann ist der Bezieher, der für den niedrigsten Strompreis (10 Pf) abgeschlossen hat, gegenüber den anderen Abnehmern stets im Vorteil. Dafür hat er allerdings stets die hohe Grundgebühr zu zahlen. Aber da die höheren Stufen den kleineren Abnehmern zur Wahl frei stehen, ist kein Unrecht geschehen. Durch Abschluß der Stufe 4 erwerben diese auch das Recht, zum billigsten Einheitssatz beziehen zu können. Aber immer unter der Bedingung, daß dann auch die hohe Grundgebühr von ihnen zu zahlen ist. Dem Werk kann die Wahl des Stromabnehmers gleich sein; der niedere Einheitssatz schließt infolge der hiermit parallel laufenden, hohen Grundgebühr auch die höchsten Garantiezahlen ein. Für die große Masse der Kleinanlagen berechnet, ergiebt das die Haupt-Einnahmesumme im Stromgeschäft und vor allem einen sicheren und gleichmäßigen Geldzufluß. In allen ländlichen Überlandzentralen, kleineren und mittleren städtischen Werken, sowie im Überlandgebiet der meisten großen Überlandwerke ist die vorgeschlagene Tarifform ohne große Abänderung möglich. Sie ebnet den Weg zur durchgreifenden Erfassung aller noch nicht versorgten Objekte, läßt von Anfang an jedes Risiko eines Unternehmens als nicht mehr vorhanden oder doch als außerordentlich gering erscheinen und gibt den Einnahmezahlen einen festen Rückhalt.

Es ist nur ein Schritt weiter, um auch die vorgeschlagene Form auf die Lieferung von Kraftstrom für gewerbliche und landwirtschaftliche Zwecke zu übertragen. Dem kleinen Gewerbetreibenden vollends ist es nicht möglich, bei den bisherigen starren Preisfestsetzungen seine Kraftanlage in einer ihm genügenden Art auszunutzen. Besonders können die vielfachen Kriegsaufschläge nicht dazu ermuntern, der Elektrizität weitere Verbreitung für Kraftbetriebe zu schaffen. Hierzu kommt die fast überall verlangte Mindestgarantie, die dem Werk wohl eine bestimmte Einnahmesumme sichern soll, dem Abnehmer aber auch bei guter Ausnutzung seiner Anlage keinen Vorteil gewährt. Im Gegensatz zur Behandlung des Haushaltstarifes muß bei der Kraftstromlieferung an die kleinere Anlage, wenn der Bezug dem einer größeren Anlage gleichkommt, die Lieferung an die kleinere Motorengröße stets billiger bleiben. Denn die Ausnutzung der kleineren Anlage ist stets bedeutend größer, wenn in ihr der gleiche Umsatz erzielt wird als im größeren Betrieb. Dabei wäre es allerdings verkehrt, zu fordern, daß eine 3,80 kW-Anlage nun auch den 5-fachen Umsatz einer 0,785 kW-Anlage erreichen müßte. Je größer die Anlage wird, um so mehr Zeiten läuft dieselbe mit Teilbelastung. An die Verschiedenartigkeit der Berufe können wir uns nicht halten, da dann die Abstufungen zu große Buntscheckigkeit aufweisen würden. Die Preisregelung findet wieder statt durch Abstufung der Grundgebühr nach Motorengröße. Eine Abstufung des Bezugspreises ist in diesem Falle nicht vorzusehen, um eben die mittleren Bezugspreise nach dem Grad der Ausnutzung des Anschlußwertes regeln zu können. Der Strompreis muß daher so niedrig als möglich festgesetzt werden. In diesem Falle habe ich denselben mit 12 Pf für die bezogene kWh vorgeschlagen, einen Einheitspreis, mit welchem in den weitaus meisten Fällen gearbeitet werden kann. Die Abstufung der Grundgebühr beginnt mit 24 M für 0,736 kW und steigt für jedes weitere Kilowatt um rd 10,90 M bis zur Größe von 4,4 kW; für 5,5 und 7,36 kW ist diese dann mit 72 bzw. 84 M jährlich festgelegt. Je nach dem Ausnutzungsgrad seiner Anlage hat es nunmehr der Stromentnehmer selbst in der Hand, den mittleren Bezugspreis herabzudrücken.

Bezieht z. B. eine 0,736 kW-Anlage im Jahre 100 kWh, dann stellt sich der mittlere Bezugspreis auf 96 Pf, bei einem Bezuge von 500 kWh sinkt derselbe auf 16,8 Pf. Im Gegensatz hierzu kostet einer 3,7 kW-Anlage bei gleichem Bezug die bezogene Einheit 68 bzw. 23,2 Pf. Bei höchster Ausnutzung der Anlage bleibt der mittlere Bezugspreis für 1 kWh immer um einen hohen Prozentsatz über den Einheitspreis von 12 Pf.

Der Anschluß von Koch- und Heizapparaten kann sowohl an die Licht- als auch an die Kraftleitung gestattet werden.

Die Einziehung der Grundgebühren für den Haushaltstarif habe ich in 10 Raten vorgeschlagen. Für Mai—Juni und Juli—August werden nur je 1 Rate erhoben. Da in diesen Sommermonaten der überaus niedrigste Verbrauch stattfindet, würde der monatliche Einzug der Grundgebühr in diesem Zeitabschnitt dem Stromabnehmer als reichlich hoch erscheinen. Und da die Änderung der Tarife selbst einmal vor sich gehen muß, ist die Gelegenheit zur zeitgemäßeren Verrechnungs- bzw. Einzugsform gleichzeitig gegeben.

Tarifänderungen allein üben nicht ohne weiteres ihre Wirkung aus; es ist notwendig, dem einzelnen Abnehmer die verschiedenen Möglichkeiten zur Ausnutzung seiner Anlage plausibel zu machen, und diese Kleinarbeit lohnt sich ausgezeichnet.

Da die Geschäftslage in den Überlandgebieten der verschiedenen Werke zum größten Teil sich gleichen, ebenso in den meisten kleineren und mittleren städtischen Werken die Verhältnisse ähnlich liegen, als bei diesem Vorschlag vorausgesetzt, und in allen Stromlieferungsunternehmen eine Änderung der Tarifpolitik in irgend einer Weise mit Beginn friedlicher Zeiten unbedingt notwendig wird, ist der Versuch zur weiteren Vervollkommnung der Taritgestaltung gewiß keine müßige Arbeit.

A. Haushaltungstarif.

Nach Anerkennung nachstehenden Tarifes ist das Werk verpflichtet, die Stromlieferung für den Haushalt des ..... aufzunehmen.

Es steht dem Anschlußnehmer frei, aus der Anlage elektrische Energie für seinen Haushalt zu Licht-, Kraft-, Heiz- und Kochzwecken jederzeit zu entnehmen.

Die benötigten Meßapparate stellt das Werk mietefrei zur Verfügung.

Das Werk ist nicht berechtigt, einen bestimmten Mindestbezug vorzuschreiben.

Die Wahl der Tarifstufe erfolgt seitens des Stromabnehmers nach folgenden Gesichtspunkten:

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

Stufe	Umfang der Anlage, jede Lampe zu 30 W gerechnet	Einheitspreis für 1 bezogene kWh in Pf	Höhe der jährlichen Grundgebühr in M	Bemerkungen.
1	bis zu 10 Glühlampen	20	24	Dem Abnehmer steht die Wahl der Stufen 1 bis 4 völlig frei.
2	von 11 bis 20 Glühlampen	16	36	Dem Abnehmer steht die Wahl der Stufen 2 bis 4 völlig frei.
3	von 21 bis 30 Glühlampen	12	54	Dem Abnehmer steht die Wahl der Stufen 3 und 4 völlig frei.
4	über 30 Glühlampen	10	72	

Die Grundgebühr wird in 10 Raten jährlich in gleich hohen Beträgen eingezogen. (Mai—Juni und Juli—August wird nur je eine Rate erhoben.)

Jede bezogene Kilowattstunde wird mit dem Einheitspreis der abgeschlossenen Tarifstufe berechnet.

Wer die Jahresgrundgebühr in einer Summe im voraus entrichtet, hat Anspruch auf einen Nachlaß von 10% auf diesen Betrag.

Die nicht gewünschten Stufen sind zu durchstreichen.

Zahlentafel 3.

Stufe	Umfang der Anlage in kW	Einheitspreis einer bezogenen kWh	Höhe der jährlichen Grundgebühr in M
1	0,736	12 Pf	24
2	1,475		32
3	2,20		40
4	2,95		48
5	3,68		56
6	4,42		64
7	5,53		72
8	7,36		84

Zahlentafel 2. Berechnung der mittleren Einnahme für 1 bezogene kWh nach dem Haushaltungstarif.

Stufe	Einheitspreis Pf	Grundgebühr M	Einnahme bei einem Umsatz von kWh								
			100	200	300	500	700	1000	2000	3000	
1	20	24	44	64	84	124	164	224	424	624	M Jahreseinnahme
			44	32	28	24,8	23,4	22.4	21,2	20,8	Pf Einnahme für 1 kWh
2	16	36	52	68	84	116	148	196	356	516	M Jahreseinnahme
			52	34	28	23,2	21,1	19,6	17,8	17,2	Pf Einnahme für 1 kWh
3	12	54	66	78	90	114	138	174	294	414	M Jahreseinnahme
			66	39	30	22,8	19,7	17,4	14,7	13,8	Pf Einnahme für 1 kWh
4	10	72	82	92	102	122	142	172	272	372	M Jahreseinnahme
			82	46	34	24,4	20,3	17,2	13,6	12,4	Pf Einnahme für 1 kWh

B. Gewerblicher Teil.

Nach Anerkennung nachstehenden Tarifes ist das Werk verpflichtet, die Stromlieferung für den gewerblichen bzw. landwirtschaftlichen Betrieb des ..... aufzunehmen.

Es steht dem Anschlußnehmer frei, aus dem Leitungsnetz jederzeit für Kraft-, Heiz- und Kochzwecke elektrische Energie zu entnehmen.

Für höhere Leistungsfähigkeit ist besondere Vereinbarung zu treffen.

Die Grundgebühr wird allmonatlich in gleich hohen Beträgen erhoben. Jede einzeln bezogene Kilowattstunde wird nach dem Einheitspreis berechnet. Wer die Jahres-Grundgebühr in einer Summe im voraus entrichtet, hat Anspruch auf einen Nachlaß von 10% auf diesen Betrag.

Zahlentafel 4. Berechnung der mittleren Einnahme für 1 bezogene kWh nach dem gewerblichen Tarif.

Stufe	Umfang der Anlage in kW	Einheitspreis für 1 kWh in Pf	Jährliche Grundgebühr in M	Einnahme für 1 kWh bei einem Umsatz von								
				100	200	300	500	1000	2000	3000	5000	
1	0,736	12	24	36	48	60	84	144	264	384	—	M Jahreseinnahme
				36	24	20	16,8	14,4	13,2	12,8	—	Pf im Mittel für 1 kWh
2	1,475	12	32	44	56	68	92	152	272	392	632	M Jahreseinnahme
				44	28	22,7	18,4	15,2	13,6	13,1	12,6	Pf im Mittel für 1 kWh
3	2,20	12	40	52	64	76	100	160	280	400	640	M Jahreseinnahme
				52	32	25,3	20	16	14	13,3	12,8	Pf im Mittel für 1 kWh
4	2,95	12	48	60	72	84	108	168	288	408	648	M Jahreseinnahme
				60	36	28	21,6	16,8	14,4	13,6	12,9	Pf im Mittel für 1 kWh
5	3,68	12	56	68	80	92	116	176	296	416	656	M Jahreseinnahme
				68	40	30,7	23,2	17,6	14,8	13,9	13,1	Pf im Mittel für 1 kWh
6	4,42	12	64	76	88	100	124	184	304	424	664	M Jahreseinnahme
				76	44	33,3	24,8	18,4	15,2	14,1	13,3	Pf im Mittel für 1 kWh
7	5,53	12	72	84	96	108	132	192	312	432	672	M Jahreseinnahme
				84	48	36	26,4	19,2	15,6	14,4	13,4	Pf im Mittel für 1 kWh
8	7,36	12	84	96	108	120	144	204	324	444	684	M Jahreseinnahme
				96	54	40	28,8	20,4	16,2	14,8	13,7	Pf im Mittel für 1 kWh

Die benötigten Meßapparate stellt das Werk mietefrei zur Verfügung.

Das Werk ist nicht berechtigt, einen bestimmten Mindestbezug vorzuschreiben.

Die Festlegung des Tarifes erfolgt nach folgender Zahlentafel 8:

Über die Eisbelastung der Freileitungen.

Von Wilhelm Wittek, Wien.

Übersicht. Es wird der rechnerische Nachweis erbracht, daß die in den Normalien für Freileitungen festgesetzte empirische Abhängigkeitsbeziehung der Zusatzlast vom Leiterdurchmesser hinsichtlich der Eislast in ihrer Form richtig ist. Die Festwerte in der Beziehungsgleichung bedürfen jedoch einer nicht unwesentlichen Richtigstellung. Für Leiterdurchmesser über 6,7 mm ergeben sich aus dieser Richtigstellung Erleichterungen für den Leitungsbau.

Es werden außer Eislastformeln auch Zusatzlastformeln für gleichzeitige Eis- und Windbelastung sowie für ausschließliche Windbelastung entwickelt und in Vorschlag gebracht. Hierbei wird festgestellt, daß die Festwerte in den Eislastformeln vom spezifischen Gewicht des Eisniederschlages und die Festwerte in den Zusatzlastformeln außerdem auch noch von dem spezifischen Gewicht des Leiterstoffes abhängig sind.

In der „ETZ" 1912, S. 818, hat Dr. Marguerre eine Arbeit veröffentlicht, die den wesentlichen Einfluß der Rechenvorschrift für die Eisbelastung der Leitungen auf die Erstellung elektrischer Leitungsanlagen dargelegt hat. Der in dieser Arbeit gemachten Anregung, an Stelle der alten Rechenvorschrift für die Eisbelastung der Leitungen (Eislast in kg f. d. lfd. m $= 0{,}015\, q\ m^2$) eine neue Rechenvorschrift gelten zu lassen, ist in den neuen Normalien für Freileitungen Rechnung getragen worden.

In den Erläuterungen zu den Normalien (s. „ETZ" 1913, S. 1156) ist zum Ausdruck gebracht, daß es sich bei der neuen Rechenvorschrift für die Eisbelastung der Leitungen (Eislast in g f. d. lfd. m $= 190 + 50\, d$ mm) um eine die tatsächlichen Verhältnisse besser berücksichtigende, empirische Formel für eine Zusatzlast handelt, die außer der Eislast auch eine gleichzeitige, mäßige Windbelastung mitberücksichtigt, die also auch die ungünstigsten Fälle für die gleichzeitige Belastung der Leitungen mit Eis und Wind miteinbegreift. Es sind in der Fachliteratur auch noch andere empirische Formeln für die Eisbelastung der Leitungen in Vorschlag gebracht worden.

Die jetzt festgelegte Rechenvorschrift für die Zusatzlast der Leitungen befriedigt auf den ersten Blick nicht, da unmittelbar nicht einzusehen ist, daß ein Drahtleiter mit dem Durchmesser Null auch noch einen Eisbehang haben kann. In folgendem wird jedoch die Richtigkeit der Form dieser Rechenvorschrift hinsichtlich der Eisbelastung nachgewiesen.

Es bezeichne:

- d den Leiterdurchmesser in cm,
- D den anwachsenden Eisrohrdurchmesser z. Zt. t in cm,
- s das spezifische Gewicht des Eisbehanges,
- g das in der Zeiteinheit auf die Flächeneinheit (cm^2) anwachsende Eisgewicht in g,
- l die Leiterlänge in cm und
- G die Eisbelastung der Leitung in g.

Das auf dem Leiter anwachsende Eisgewicht wird (s. Abb. 1):

$$dG = D\pi . l\, g\, dt, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

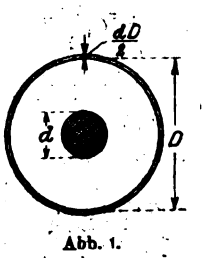


Abb. 1.

und es ist auch

$$dG = \frac{dD}{2} D\pi . l . s . \quad (2$$

Wird Gl. (1) = Gl. (2) gesetzt, dann erhält man die Beziehung

$$dD = \frac{2}{s} g\, dt$$

und nach Integration

$$D = \frac{2}{s} . g . t + C. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

Für $t =$ Null ist $D = d$. Es ist daher die Integrationskonstante $C = d$.

Digitized by Google

Bei gleichen meteorol gischen Verhältnissen — auch für den Fall, daß sich g mit der Zeit ändert — wird das erste Glied der Gl. (3) für verschiedene Leiterdurchmesser gleich bleiben, und es ändert sich daher der Eisrohrdurchmesser nach der Beziehung

$$D = C_1 + d \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3a$$

Dieses Ergebnis stimmt mit der Erfahrungstatsache überein, daß die Dicke des Eisbehanges von dem Leiterdurchmesser unabhängig ist.

Wird die Beziehung (3a) zur Berechnung des Eisgewichtes auf der Leitung herangezogen, dann wird das Eisgewicht in g im allgemeinen:

$$G = \frac{\pi}{4}[(C_1 + d)^2 - d^2] \, . \, l \, . \, s \quad . \quad . \quad (4$$

und das Eisgewicht f. d. lfd. m Leitung

$$G_m = 283 \frac{C_1^2}{4} + 283 \frac{C_1}{2} d \, , \quad . \quad . \quad (4a$$

wenn $l = 100$ cm und $s = 0{,}9$ eingesetzt werden.

Gl. (4a) hat die Form $G_m = a + b \, . \, d$, und es verhalten sich die Festwerte $a : b = \frac{C_1^2}{4} : \frac{C_1}{2}$.

Dieses einfache Verhältnis der Festwerte gestattet eine Beurteilung der Richtigkeit der vom Verbande Deutscher Elektrotechniker angenommenen Festwerte in der Rechenvorschrift $G_m = 190 + 500 \, d$ cm.

Soll für die Festsetzung der richtigen Festwerte in der Eislastformel dieselbe Erwägung maßgebend sein, die für die Festsetzung der in der Formel $G_m = 190 + 500 \, d$ cm angenommenen Festwerte maßgebend war, daß nämlich die alte und neue Eislastformel für den vollen Leiterquerschnitt von 35 mm² dieselbe Eislast ergeben sollen, dann müßte in Rücksicht auf das errechnete Verhältnis der Festwerte und bei der gemachten Annahme für das spezifische Gewicht des Eisbehanges $s = 0{,}9$ die Rechenvorschrift

$$G_m = 325 + 303 \, d \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

gelten.

Der in der „ETZ", 1917, S. 509, veröffentlichte Beobachtungswert einer Eislast von 368 g/m einer Leitung von 1,5 mm Durchmesser stimmt zufälligerweise mit dem sich aus der Rechenvorschrift (5) ergebenden Wert völlig überein. Die in der „ETZ" 1914, S. 865, veröffentlichte Beobachtungsreihe, die besondere amerikanische Verhältnisse darstellt, läßt sich durch die Rechenvorschrift $G_m = 460 + 360 \, d$ ausdrücken.

Der in der Gl. (3a) enthaltene „meteorologische" Festwert

$$C_1 = \frac{2}{s} g \, . \, t = D - d$$

ist, abgesehen von den örtlichen Verhältnissen, von der Art des Niederschlages auf die Leitung abhängig. Wird in der Gl. (4) das spezifische Gewicht dieses Niederschlages $s = 0{,}2$ gesetzt, dann gilt bei der gleichen Erwägung, die zu der Rechenvorschrift (5) geführt hat, die Rechenvorschrift

$$G_m = 416 + 162 \, d \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

In Gl. (5) ist entsprechend einem $C_1 = 2{,}14$ ein $g\,t = 0{,}96$ und in Gl. (6) entsprechend einem $C_1 = 5{,}16$ ein $g\,t = 0{,}52$ enthalten. In Wirklichkeit wird mit dem spezifischen Gewicht s des Niederschlages auf die Leitung das Produkt $g\,t$ wahrscheinlich auch abnehmen. Die Annahme der Rechenvorschrift (5) oder (6) könnte — streng genommen — nur dann allgemein erfolgen, wenn nicht auch der in den beiden Rechenvorschriften zum Ausdruck kommende, verschiedene Eisrohrdurchmesser bei gleichzeitiger Berücksichtigung einer Windbelastung mit in Rechnung zu ziehen wäre. Auf Grund verbürgter, meteorologischer Beobachtungen könnte der Festwert C_1 für verschiedene örtliche Verhältnisse und Niederschläge (Eis, Rauhreif und Schnee) bestimmt werden. Bei dünnen Drähten und trockener Schneebelastung dürfte der auf Grund meteorologischer Beobachtungen rechnerisch ermittelte Festwert C_1 größer werden als der erfahrungsmäßige, weil das Anwachsen der Schneelast über einen bestimmten Wert aus anderen Ursachen (Abfallen des Schnees) nicht möglich ist.

Die Eislastformeln (5) und (6) besagen, daß bei kleineren Leiterdurchmessern als 6,7 mm — entsprechend einem Querschnitt von 35 mm² bei vollem Leiter oder einem Querschnitt von etwa 25 mm² bei seilförmigem Leiter — größere Eisbelastungen in Rechnung zu setzen sind[1]), während bei größeren Leiterdurchmessern mit kleineren Eisbelastungen gerechnet werden kann, wodurch sich in Rücksicht auf die z. B. bei Aluminiumleitungen möglichen großen Leiterdurchmesser bis etwa 28 mm weitere Erleichterungen für den Leitungsbau ergeben. Die für diesen Leiterdurchmesser nach der Normalienformel berechnete Eislast ist um 30% größer wie die nach Gl. (5) und um 70% größer wie die nach Gl. (6) errechnete Eislast. Hierbei ergibt die nach Gl. (5) angenommene Eislast einen Eisrohrdurchmesser von 2,8 + 2,14 = 4,44 cm und die nach Gl. (6) angenommene Eislast einen solchen von 2,8 + 5,16 = 7,46 cm.

Der wesentliche Vorteil der abgeleiteten Beziehungen zwischen Eislast, Eisrohrdurchmesser und Leiterdurchmesser besteht darin, daß es möglich ist, bei Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse Leitungen mit verschiedenen Durchmessern hinsichtlich ihrer Festigkeit mit gleicher Sicherheit zu berechnen. Die in die Normalien aufgenommene Formel für die Zusatzlast befriedigt hinsichtlich des Sicherheitsgrades für die Leitungen für gewöhnliche Verhältnisse bei größeren Leiterdurchmessern in bezug auf Kupferleitungen in höherem Maße als in bezug auf Aluminiumleitungen. Für außergewöhnliche Verhältnisse (Windstärken von 150 bis 250 kg/m² und bei Einsetzung eines Abrundungskoeffizienten = 0.7 für runde Leiter), deren Berücksichtigung z. B. bei Straßen- und Bahnkreuzungen von manchen Behörden verlangt wird, ist die Resultierende aus den rechtwinklig sich zusammensetzenden Wind- und Eigenlasten der Leitungen größer als die nach den Normalien festgesetzte Zusatzlast einschließlich des Eigengewichtes der Leitung. Für gewöhnliche Verhältnisse wird es genügen, bei gleichzeitiger Eis- und Windbelastung der Leitungen einen mäßigen Winddruck, etwa 25 bis 50 kg/m² anzunehmen. In Rücksicht auf die dargelegten Verhältnisse dürfte es sich empfehlen, den bezüglichen Bestimmungen in den Normalien eine bestimmtere Fassung zu geben und neue Zusatzlastformeln für die Leitungen festzusetzen.

Nach den Normalien ist für einen Leiterdurchmesser von 6,7 mm, entsprechend einem vollen Leiterquerschnitt von 35 mm², eine Zusatzlast von 525 g/m in Rechnung zu setzen. Das Eigengewicht dieses Kupferleiters beträgt 312 g/m, die gesamte, in Rechnung zu setzende Leiterlast somit 525 + 312 = 837 g/m. Die Eislast, die bei gleichzeitiger Windbelastung (z. B. bei 50 kg/m² Wind und einem Abrundungskoeffizienten = 0,7) die Gesamtlast von 837 g/m des Leiters ergibt, wird:

bei einem $s = 0{,}9$ . . $G_m = 218$ g/m und
„ „ $s = 0{,}2$ . . $G_m = 65$ „ .

Aus diesen Werten ergeben sich für die Eisbelastung der Kupferleiter die Rechenvorschriften:

$G_m = 100 + 169 \, d$ Gl. (7) bei einem $s = 0{,}9$ und

$G_m = 34 + 46 \, d$ Gl. (8) „ „ $s = 0{,}2$.

Auf Grund derselben Erwägungen würden sich für Aluminiumleitungen die folgenden Rechenvorschriften für die Eisbelastung ergeben:

$G_m = 64 + 135 \, d$ Gl. (9) bei einem $s = 0{,}9$ und

$G_m = 18 + 33 \, d$ Gl. (10) „ „ $s = 0{,}2$.

Diese Verschiedenheiten in den Rechenvorschriften sind natürlich für verschiedene Leiterstoffe nicht aufrecht zu halten.

Hingegen müssen Zusatzlastformeln, die neben der Eislast auch eine gleichzeitige Windbelastung mitberücksichtigen, wegen des Ersatzes der geometrischen Addition der Windlast durch die algebraische, für verschiedene Leiterstoffe verschiedene Festwerte aufweisen.

Es wird vorgeschlagen, für die Eislast der Leitungen für gewöhnliche Verhältnisse die Rechenvorschrift

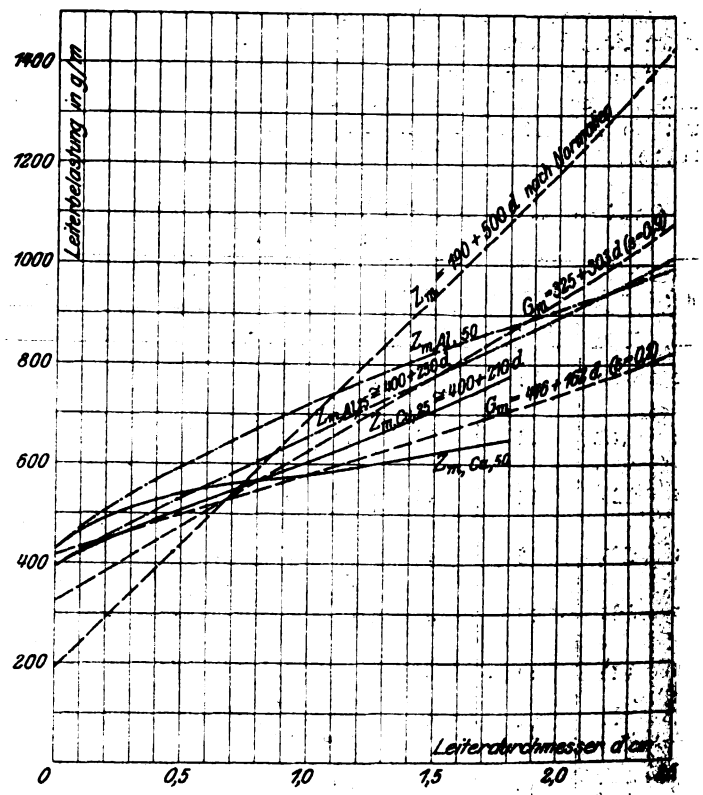
$$G_m = 232 + 256 \, d \text{ cm} \quad . \quad . \quad . \quad (11$$

gelten zu lassen, die in gleicher Weise entstanden ist wie die Gl. (7), nur mit dem Unterschied, daß ein gleichzeitiger Winddruck von nur 25 kg/m² angenommen wurde. Bei dieser Eislast und diesem Winddruck ergeben sich mit größter Annäherung die folgenden Zusatzlastformeln:

$Z_{m\,Cu\,25} = 400 + 210 \, d$ cm für Kupferseile (12

$Z_{m\,Al\,25} = 400 + 250 \, d$ cm f. Aluminiumseile (13

Diese Zusatzlastformeln, wie auch die Eislastformeln nach Gl. (5) und (6) sind in Abb. 2 abgebildet. Außerdem sind noch Zusatzlasten für Kupfer- und Aluminiumseile abgebildet und mit $Z_{m\,Cu\,50}$ und $Z_{m\,Al\,50}$ bezeichnet, die auf gleiche Weise ermittelt wurden wie die durch die Gl. (12) und (13) dargestellten, jedoch bei Annahme eines gleichzeitigen Winddruckes von 50 kg/m². Letztere Zusatzlasten lassen sich nicht mehr durch je eine Formel der Form $a + b \, d$ ausdrücken; es müßten zumindest für



G_m = Eislasten; Z_m = Zusatzlasten (hierbei Eislast mit $s = 0{,}9$ angenommen)

Abb. 2.

[1]) Dieses Ergebnis ist auch für den Bau interurbaner Schwachstromleitungen von Wichtigkeit.

Digitized by Google

je zwei Bereiche von Leiterdurchmessern Näherungsformeln dieser Form aufgestellt werden.

Bei den gemachten Annahmen schneiden sich die in Abb. 2 mit G_m bezeichneten Schaulinien für die Eislasten, wie auch die mit Z_m bezeichnete Schaulinie für die Zusatzlasten nach den Normalien in einem Punkte, dessen Abszisse dem Leiterdurchmesser = 0,67 cm entspricht. Die mit $Z_{m\,Cu\,25}$ und $Z_{m\,Cu\,50}$ bezeichneten Schaulinien müßten denselben Schnittpunkt aufweisen, wenn volle Leiterquerschnitte in Betracht gezogen worden wären. Aus demselben Grunde schneiden sich die mit $Z_{m\,Al\,25}$ und $Z_{m\,Al\,50}$ bezeichneten Schaulinien wieder bei einem anderen Abszissenwerte. Da die vorliegenden Untersuchungen hauptsächlich für größere Leiterdurchmesser von größerer Bedeutung sind, sind, um die Kontinuität der Schaulinien zu wahren, seilförmige Leiter auch für die kleineren Leiterdurchmesser angenommen worden.

Ein anderer Vorschlag wäre der, bei gewöhnlichen Verhältnissen die Leitungen mit der ihrem Durchmesser entsprechenden, ungünstigeren Belastung zu rechnen, also:

bei Kupferleitungen
und einem $d = 0$ bis 0,286 cm nach Gl. (6),
bei „ $d = 0{,}286$ bis 0,764 cm nach Gl. (12) oder der für diesen Bereich genaueren Gl. $Z_{m\,Cu\,25} = 406 + 197\,d$ und
„ „ d über 0,764 cm nach Gl. (5);

bei Aluminiumleitungen
und einem $d = 0$ bis 0,182 cm nach Gl. (6),
bei „ $d = 0{,}182$ bis 1,415 cm nach Gl. (13) und
„ „ d über 1,415 cm nach Gl. (5).

Wird der Winddruck auf die unbeeiste Leitung als Zusatzlast

$$= \sqrt{\text{Eigengewicht}^2 + \text{Winddruck}^2} - \text{Eigengewicht}$$

ermittelt, dann findet man, daß vorstehende Eis- und Zusatzlasten größer sind wie die Zusatzlasten durch Winddruck, wenn der Winddruck

bei Kupferleitungen
$\sim \leqq 200$ kg/m² und
bei Aluminiumleitungen
$\sim \leqq 140$ kg/m² ist.

Hierbei ist ein Abrundungskoeffizient = 0,5 angenommen.

Am besten übersieht man die Verhältnisse, wenn man die Zusatzlasten durch Winddruck für die beiden Leiterstoffe und für verschiedene Winddrücke in die Abb. 2 einzeichnet.

Es seien noch die Formeln für die ungünstigsten Zusatzlasten angegeben. Diese sind:

für Kupferleitungen
bei einem $d = 0$ bis 0,546 cm

$$Z_{m\,Cu\,50} = 429 + 368\,d - 274\,d^2, \quad (14$$

bei einem $d = 0{,}546$ bis 1,8 cm

$$Z_{m\,Cu\,250} = 1250\,d - (490 - 75\,d)\,d^2; \quad (15$$

für Aluminiumleitungen
bei einem $d = 0$ bis 0,505 cm

$$Z_{m\,Al\,50} = 429 + 386\,d - 120\,d^2, \quad (16$$

bei einem $d = 0{,}505$ bis 2,3 cm

$$Z_{m\,Al\,250} = 1250\,d - (150 - 5{,}6\,d)\,d^2. \quad (17$$

Gl. (15 und (17) sind Zusatzlasten durch einen Winddruck von 250 kg/m², während die Gl. (14) und (16) die in Abb. 2 gleichbezeichneten Zusatzlasten ausdrücken, welch letztere mit geringerer, jedoch hinreichender Genauigkeit auch durch Formeln der Form $a + b\,d$ ausdrückbar sind.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Drahtlose Telephonverbindung zwischen Land und See.

[Nachr. f. Hand., Ind. u. Landw. 1918. Nr. 127.]

Wie der „Nieuwe Rotterdamsche Courant" vom 22. VIII. 1918 nach amerikanischen Zeitungsmeldungen aus Tokio mitteilt, ist es gelungen, eine vollbefriedigende drahtlose Telephonverbindung zwischen dem Lande und Schiffen auf See herzustellen. Die Versuche wurden seit dem Sommer vorigen Jahres betrieben. Die Versuchsanstalt für Erfindungen auf dem Gebiete der Elektrizitätsanwendung macht bekannt, daß von jedem Schiff mit einem drahtlosen Telephonamt telephoniert werden kann. Bereits vor drei Jahren hat die amerikanische Telephongesellschaft in Verbindung mit der amerikanischen Marine derartige Versuche angestellt, von deren Ergebnis aber nichts bekannt geworden ist. *Rp.*

Errichtung einer Station für drahtlose Telegraphie in Holland.

[Nachr. f. Hand., Ind. u. Landw. 1918, Nr. 123 u. Wirtschaftl. Nachrichtendienst Nr. 553.]

Nach Mitteilung des „Standard" vom 19. August soll die geplante drahtlose Station auf dem 86 m hohen Koelberg bei Hoog-Buurloo — einem der höchsten Punkte Hollands in der Nähe von Apeldorn — errichtet werden. Zu dem Zwecke wird eine Eisenbahn von Koortryk nach Hoog—Buurloo gebaut. Die Antenne wird von vier 210 m hohen Masten getragen. Die Gesamtkosten sind mit 5 Mill. Gulden veranschlagt. Die entsprechende Station in Niederländisch-Indien soll bei Bandoeng (Java) errichtet werden. Die Entfernung von der Station des Mutterlandes beträgt in Luftlinie 11 000 km. *Rp.*

Neue Station in Mexico.

[Journal Télégraphique, Bd. 42, S. 128.]

„Electrical Review" berichtet, daß eine neue Anlage für drahtlose Telegraphie auf der Insel Lobos, weitab von der Küste von Tampico, erbaut worden ist, deren Hauptzweck sein soll, verschiedenen Petroleumgesellschaften die Möglichkeit des Verkehrs mit ihren Schiffen auf dem hohen Meere zu gewähren. Die Anlage wird mit den radiotelegraphischen Stationen in Mexico City, Tampico, Vera Cruz usw., und durch Vermittlung von Havana mit mehreren Stationen der Vereinigten Staaten verkehren können. *Rp.*

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Zweckmäßige Temperaturgarantien für große Wechselstrommaschinen.

[F. D. Newbury. Proc. Am. Inst. El. Eng., Bd. 35, S. 1598.]

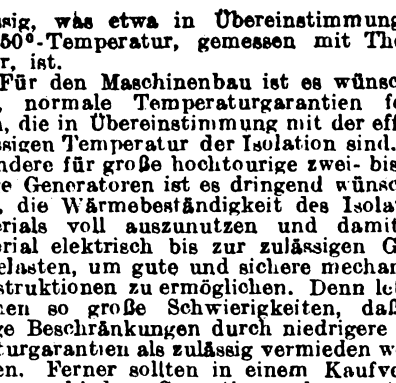
Es war bis vor nicht langer Zeit allgemein üblich, für große Generatoren, beispielsweise Turbodynamos, Erwärmungsgarantien von etwa 50° Übertemperatur zu geben, gemessen mittels Thermometer außen auf der Isolation. Dem Fachmann war jedoch seit längerem bekannt, daß die bis dahin üblichen Temperaturmessungen mit Thermometer oder nach Widerstandszunahme keineswegs einen Anhaltspunkt über die tatsächlich höchsten Temperaturen der Maschinenwicklung geben. Da die höchsten Temperaturen wesentlich von der Dicke der Isolation abhängen, war es vernünftig, die Maschinen für hohe Spannung, bei denen infolge der dicken Isolation das Temperaturgefälle in der Isolation weit größer ist als bei Niederspannungsmaschinen, für niedrigere gemessene Temperaturen auszulegen, als letztere, so daß in beiden Fällen die tatsächlich höchsten Temperaturen nahezu gleich wurden.

Mit der Einführung des Thermoelementes zur Messung der tatsächlich höchsten Temperaturen innerhalb der Wicklung beobachtete man zunächst die Tendenz, daß der Käufer Temperaturerhöhungen der heißesten Punkte bis herab zu 40° als Garantie verlangte. Die Praxis zeigte aber sehr bald, daß Höchsttemperaturen, mit Thermoelement gemessen, bis zu 150° bei reiner Mikaisolation durchweg unschädlich sind und infolgedessen erscheint heute diese Temperatur nicht selten in den Kaufverträgen als Garantie.

Für Papier- und Baumwollisolation erscheint 60° Temperaturerhöhung als maximal zulässig, was etwa in Übereinstimmung mit der 50°-Temperatur, gemessen mit Thermometer, ist.

Für den Maschinenbau ist es wünschenswert, normale Temperaturgarantien festzulegen, die in Übereinstimmung mit der effektiv zulässigen Temperatur der Isolation sind. Insbesondere für große hochtourige zwei- bis vierpolige Generatoren ist es dringend wünschenswert, die Wärmebeständigkeit des Isolationsmaterials voll auszunutzen und damit das Material elektrisch bis zur zulässigen Grenze zu belasten, um gute und sichere mechanische Konstruktionen zu ermöglichen. Denn letztere machen so große Schwierigkeiten, daß unnötige Beschränkungen durch niedrigere Temperaturgarantien als zulässig vermieden werden sollten. Ferner sollten in einem Kaufvertrag nicht verschiedene Garantien verlangt sein, die nicht miteinander in Einklang stehen. So z. B. sollten nicht für den Stator mit einer Mikaisolation verlangt werden 150° zulässige Temperatur der Mikaisolation und 80° Temperaturerhöhung bei normaler Last, denn letztere Garantie würde nach den Normalien der A. I. E. E. 125° absolute Temperatur betragen. Beide Garantien stehen also nicht im Einklang. Die Temperaturerhöhung bei normaler Last hätte zu 105° garantiert werden sollen. Der Abnehmer ist geneigt, in einer geringen Temperaturerhöhung einen Vorteil hinsichtlich der Güte oder der Überlastbarkeit der Maschinen zu sehen, ähnlich, wie er einen Vorteil in geringeren Verlusten sieht. Diese beiden Tatsachen sind jedoch voneinander grundverschieden. Eine niedrigere Temperatur bietet keinerlei Vorteil gegenüber einer höheren, vorausgesetzt, daß letztere noch innerhalb der für das Isolationsmaterial zulässigen liegt. Will man jedoch in niedriger Temperaturerhöhung, beispielsweise des Stators, den Vorteil der Möglichkeit dauernder Überlastbarkeit sehen, so müssen noch weitere Bedingungen erfüllt sein, vor allem müssen die Temperaturerhöhung des Rotors und die verfügbare Erregerspannung die Überlastbarkeit zulassen.

Hat eine Maschine 60° Temperaturerhöhung im Stator, während 105° zulässig waren, bei reiner Mikaisolation, und hat der Rotor schon bei normaler Last, wie heute allgemein üblich, 100° Temperaturerhöhung, so nutzt die an sich außerordentlich große Reichlichkeit des Stators nichts, da eine dauernde Überlast mit Rücksicht auf die Rotortemperatur nicht zulässig wäre. Abb. 1 gibt mit



a Temperaturanstieg der Kupferwicklung.
b Desgl. der Oberfläche der Nuten im Ankereisen.
c Desgl. der äußeren Oberfläche des Ankerkörpers.
d Desgl. der Kühlluft.

Abb. 1.

roher Annäherung die Temperaturverhältnisse einer großen raschlaufenden Turbodynamo, wie solche in den letzten 3 Jahren in größerer Menge in Betrieb gesetzt worden sind. Besonders auffallend ist hier die hohe Temperaturerhöhung des Statorkupfers, die bei 100 % Last in der Nähe von 100° liegt, entsprechend einer absoluten Temperatur von rd 140 bis 150°. Diese hohe Temperatur ist in erster Linie bedingt durch das große Temperaturgefälle in der Isolation selbst. Das Temperaturgefälle in der Isolation ist nach den Gesetzen der Wärmeströmung proportional der übertragenen Wärmemenge (Wattverlust), der Länge des Weges (Dicke der Isolation, dem Querschnitt des der Strömung zur Verfügung stehenden Pfades (Oberfläche der Isolation, die im Kontakt mit dem Statoreisen ist) und dem Wärmeleitungswiderstand des Materials.

Versuche von Symonds und Walker haben die Wärmeleitfähigkeit von fester Mika zu 0,00056 W/cm° festgestellt, während geschichtetes Mikanit, wie es für Spulenisolation verwendet wird, weniger als ein Drittel dieser Leitfähigkeit hat. Glas hat etwa die zehnfache

Digitized by Google

Wärmeleitfähigkeit von Mikanitisolationen. Es ist mit Sicherheit zu sagen, daß die schlechte Leitfähigkeit der Mikanitisolation zurückzuführen ist auf Lufträume in der Isolation, und daß dieser Einfluß gegenüber der Leitfähigkeit der einzelnen Bestandteile der Isolation von außerordentlicher Bedeutung ist. Die Wärmeleitfähigkeit der heute gebräuchlichen Mikanitspulenisolationen schwankt zwischen 0,0015 und 0,00082 W/cm³, wobei die höheren Werte dem fester gepreßten Isolationsmaterial zuzuschreiben sind. Daraus geht der Wert einer fest gepreßten, kompakten Isolationsmasse mit Deutlichkeit hervor. Unter Zugrundelegung einer mittleren Leitfähigkeit von 0,00023, einer Stromdichte von 250 A/cm², normalen Nutenverhältnissen, wobei ein $i^2 W$-Verlust von 0,093 W/cm² Isolationsoberfläche angenommen sein möge, und einer Dicke der Isolation von 0,635 cm (für eine 12000 V-Maschine) ist das Temperaturgefälle in der Isolation

$$= \frac{\text{Watt} \times \text{Dicke der Isolation}}{\text{Oberfläche der Isolation} \times \text{Wärmeleitfähigkeit}}$$

$$= \frac{0{,}093 \,.\, 0.635}{0{,}00023} = 43^{\circ}\,\text{C}.$$

Dieses Temperaturgefälle stimmt recht gut überein mit den experimentell gefundenen, heute üblichen von etwa 45 bis 50°.

Bezüglich der Möglichkeit einer Überlastung wird nochmals eingehend auseinandergesetzt, daß eine verhältnismäßig niedrige Statortemperaturerhöhung allein eine dauernde Überlastbarkeit nicht ermöglicht, sondern daß vor allem auch die Rotortemperaturverhältnisse die Überlastung zulassen müßten. Nimmt man an, daß eine Rotorwicklung bei normaler Last 100° Übertemperatur hat, so ist zu beachten, daß bei Überlastung die Temperatur weit schneller steigt als mit dem Quadrat des Stromes wegen der Widerstandszunahme. Infolgedessen kann man z. B. bei einer Rotorwicklung, die bei Normalstrom 100° Übertemperatur hat, beobachten, daß bei einer Steigerung des Rotorstromes um 20% über Normalstrom die Übertemperatur der Wicklung um 75% steigt. Für die Beurteilung der Überlastbarkeit ist also die erforderliche Steigerung des Rotorstromes und die damit folgende Temperaturerhöhung in erster Linie mit maßgebend.

Zum Schluß ist zu sagen, daß die fraglichen Temperaturgarantien in erster Linie die Kenntnis derjenigen Temperaturen erfordert, die für die verwandte Isolation tatsächlich unschädlich sind. Nach dieser Richtung sind in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte gemacht worden. Während vor mehreren Jahren auch für Mikaisolation eine Temperatur von 110 bis 120° als zulässig angesehen wurde, ist diese Grenze in den letzten Jahren stetig hinausgeschoben worden, und heute werden 150° als durchaus zulässig angesehen.

Neuentwürfe großer Generatoren müssen notwendigerweise basiert sein auf experimentellen Untersuchungen des Materials, auf eingehender Untersuchung der ganzen Konstruktion und aller im Betriebe des Generators auftretenden Verhältnisse, u. zw. auf diesen Faktoren in einem größeren Umfange als auf der direkten Erfahrung mit ähnlichen, kleineren Maschinen. Nur dadurch war es möglich, in einzelnen Schritten die Leistung für die Einheit zu erhöhen von 10000 auf 20000, auf 35000 und auf 50000 kVA. Unter diesen Umständen ist die in einem Vertrag festgelegte Garantie von geringerer Bedeutung als die Erfahrung und Fähigkeit des Konstrukteurs in der Beurteilung aller auftretenden Verhältnisse. Bei diesen großen Einheiten ist das Risiko zu groß, als daß der ernste Konstrukteur nicht bis zu einem gewissen Grade konservativ zu sein brauchte, bzw. mit einiger Sicherheit die Maschine so zu bauen hätte, daß sie sicher unterhalb der zulässigen Beanspruchung bleibt. *Lke.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Neue Prüflampe.

Unter dem Namen „Prokseh-Lampe" bringt die Julius Pintsch A.G., Fabrik, Frankfurt a. M., eine durch zwei D.R.P. geschützte Prüflampe auf den Markt, welche an Stelle der bisher meist üblichen, gewöhnlichen Glühlampenfassung mit eingeschraubter Lampe und zwei freien Drahtenden zum Aufsuchen von Störungen in elektrischen Anlagen, an Motoren, Anlassern usw. dienen soll. Die in Abb. 2 im Schnitt dargestellte Prüflampe besteht aus einem Isolierkörper *A*, mit zwei zur Aufnahme der in Reihe geschalteten Röhrenlampen *E* (für 110 oder 220 V) dienenden Fassungsringen *B*, den beiden Sicherungspatronen *C*, an welche die beiden Drahtlitzen *D* angeschlossen sind. Die leicht zerlegbare, durch einen abnehmbaren, gelochten Blechmantel *F* und federnde Anordnung der Glühlampen gegen Stoß und Fall geschützte Lampe (Abb. 3) ist mit einem Haken versehen, durch

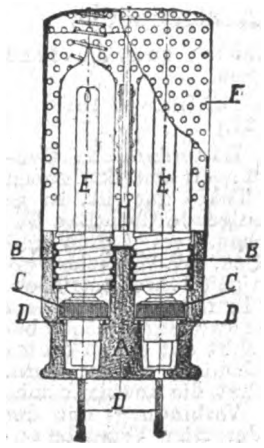


Abb. 2. Prokseh-Lampe im Schnitt.

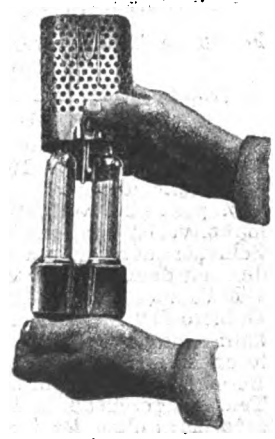


Abb. 3. Prokseh-Lampe.

den sie am Knopfloch, am Gurt oder sonstwo aufgehängt werden kann, so daß man die Hände zur Führung der an den freien Litzenenden angebrachten Kontaktstifte frei hat. Die Lampe kann für Anlagen mit 110 und 220 bzw. 220 und 440 V Verwendung finden, für höhere Spannungen befindet sich eine Ausführungsform in Vorbereitung, ebenso eine solche mit Umschaltungsmöglichkeit für mehrere Spannungsbereiche. *-z.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Saale-Talsperre.

Die Firma Carl Zeiß in Jena hat von den reußischen Regierungen die Genehmigung zu Vorarbeiten für den Bau einer Saale-Talsperre zwischen Burgk und Saalburg erhalten. Diese Talsperre wird mit 215 Mill. m³ Stauinhalt die größte Wassersperre Deutschlands werden. Die großen Wasserflächen werden in dem wasserarmen Thüringen Punkte großer landschaftlicher Schönheit werden. Ähnliche Pläne, doch nicht von dieser Tragweite, wurden vor einer Reihe von Jahren von Luxemberg und vom preußischen Staate verfolgt. Während sich die Pläne des ersteren auf eine allgemeine Erörterung der Möglichkeiten und Eigenschaften von Talsperren im Oberlauf der Saale beschränkten, bestand der Plan des preußischen Staates lediglich in einer Saalesperre auf schwarzburg-rudolstädter Gebiet, deren Stau das Dorf Preßwitz und die altenburgische Enklave Saaltal verschwinden lassen würde. Demgegenüber faßt der Plan der Firma Carl Zeiß die Regelung des Saaleablaufes und den vollen Ausbau der Saalewasserkräfte von Blankenstein bis zu dem Dorfe Eichicht ins Auge, womit, da diese Regelung einen großen Stauraum bedingt, der Plan auch eine Großsperre vorsieht.

e

Die Entwicklung der staatlichen Elektrizitätsversorgung Sachsens[1]).

Über die Entwicklung der staatlichen Elektrizitätsversorgung Sachsens entnehmen wir dem Bericht der Direktion der staatlichen Elektrizitätswerke über das erste Geschäftsjahr (1917) folgendes:

Das erste Verwaltungsjahr war naturgemäß vorwiegend ein Jahr vorbereitender Arbeiten. Es war in erster Linie dem Aufbau der Verwaltungseinrichtungen und der Aufstellung eines umfassenden Planes für die künftige, gesamte Landeselektrizitätsversorgung gewidmet. Aber auch die Verwirklichung der Gesamtplanung konnte bereits eingeleitet und in einzelnen Teilen erfolgreich in Angriff genommen werden.

Den ersten wesentlichen Bestandteil der staatlichen Stromversorgungsanlagen bilden die „Elektrizitätswerke Oberlausitz" mit dem Großkraftwerk Hirschfelde. Dieses Unternehmen ist am 1. VII. 1917 für 15 Mill. M von der Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin, übernommen worden.

Der staatliche Betrieb der Elektrizitätswerke Oberlausitz erforderte die Errichtung einer der Direktion unterstehenden besonderen Dienststelle in Zittau mit der Bezeichnung „Betriebsamt Oberlausitz", der die örtliche Verwaltung des Oberlausitzer Stromversorgungsgebietes übertragen wurde.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1916, S. 358, 372, 886; 1917, S. 54; 1918, S. 480.

Die Erzeugung des Kraftwerks Hirschfelde betrug:

Jahr	Erzeugte Mill kWh
1909	2,659
1911	6,715
1913	17,131
1915	22,984
1917	43,020.

die monatlichen Leistungen seit Übergang in Staatseigentum waren folgende:

1917	Mill. kWh
Juni	3,108
Juli	3,519
August	3,700
September	4,104
Oktober	3,993
November	4,402
Dezember	4,565
insgesamt	27,391.

Die Höchstbelastung des Kraftwerks betrug während des Berichtsjahres 12700 kW. Die nutzbare Stromabgabe im ganzen Jahre 1917 verteilte sich wie folgt:

Stromabnehmer		Mill. kWh nutzbar abgegeben	
Wiederverkäufer	Elbtalzentrale	16,347	28,948
	E L G. (Österr. E. W.)	6,751	
	E. W. Bautzen	3,123	
	E. W. Warnsdorf	2,724	
Überlandgebiet: (Anschlußwert: 20618 kW, 70 Gemeind., 26 Bahnh.)	Licht	1,202	7,427
	Kraft	6,225	
	Ingesamt		36,375

Den nächsten bedeutsamen Schritt zur Erweiterung des staatlichen Elektrizitätsunternehmens bildete der Ankauf der Aktien (6,761 Mill. M) der Elbtalzentrale in Pirna, die am 2. I. 1918 in den Besitz des Staates übergingen.

Verhandlungen mit den Elektrizitätswerken Zittau und Olbersdorf führten zum Abschluß von Stromlieferungsverträgen mit fünfjähriger Vertragsdauer. Die beiden genannten Werke sind bereits durch eine 10000 V-Leitung miteinander verbunden und werden mittels einer neuen, staatlichen 40000 V-Leitung an Hirschfelde angeschlossen werden. Ähnliche Verhandlungen wurden mit der Stadt Bautzen geführt.

Auch ein Stromlieferungsvertrag mit der Stadt Dresden und dem Elektrizitätsverband Gröba hat dem Landeselektrizitätsrat vorgelegen. Ferner schweben Verhandlungen, um die Stadt Plauen i. V. nach Wiedereintritt des Friedens ausreichend mit Strom zu versorgen. Die Stadt Plauen hat sich bereit erklärt, vorläufig über eine durch den Staat zu errichtende Verbindungsleitung von etwa 3 km Länge das private Elektrizitätswerk Pirk i.V. zu versorgen.

Die in den abgeschlossenen Verträgen bereits zugesicherte Stromlieferung, sowie diejenige Stromabgabe, zu der sich der Staat in den demnächst abzuschließenden Verträgen verpflichten wird, erfordern eine baldige erhebliche Erweiterung des Kraftwerks Hirschfelde und den Bau einer 100000 V-Leitung von Hirschfelde nach dem Elbtal nebst den zugehörigen Umspannwerken und Mittelspannungsleitungen.

Über die Gewinn- und Verlustrechnung sowie die Bilanz des ersten Berichtsjahres vgl. „ETZ" 1918, S. 480. *-z.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die neue Güterzuglokomotive der Pennsylvania-Bahn.

[Genie Civil, Bd. 71, S. 169. nach Electric Railway Journal v. 9. VI. 1917.]

Über die auf S. 398 der „ETZ" 1918 beschriebene Lokomotive der Pennsylvania-Bahn folgen hier noch einige weitere Angaben. Die Strecke ist 60 km lang und besitzt einige scharfe Krümmungen, starke Steigungen, von denen eine von 20 km Länge sich auf 20‰ beläuft, und endlich einen langen Tunnel. Die Güterförderung auf dieser Linie erreicht 300000 t täglich und wird in nächster Zeit noch verstärkt werden. Die erste, für diesen Betrieb bestimmte Güterzuglokomotive ist eben fertig geworden und steht auf der Strecke Philadelphia im Probebetriebe.

Die Lokomotive arbeitet mit Einphasenstrom von 11000 V und 25 Per und dürfte bis heute die stärkste Güterzuglokomotive darstellen. Die Gesamtleistung der Motoren beläuft sich auf 3550 W. Die Bauart und Hauptabmessungen der Lokomotive gehen aus Abb. 4 hervor; die Gesamtbreite beträgt 3070 mm, das Gesamtgewicht 240 t, die Zugkraft 39,55 t und die auf einer Steigung von 10% bewegte Zuglast

Digitized by Google

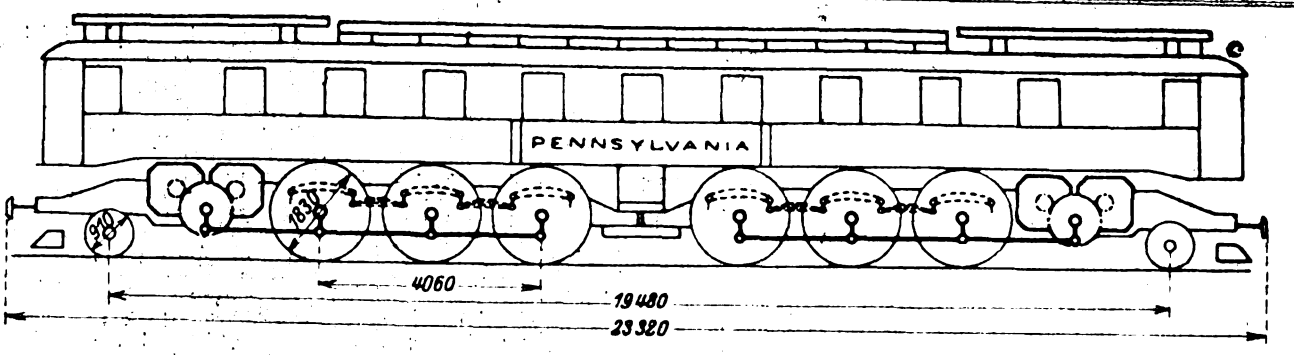


Abb. 4. Neue Güterzuglokomotive der Pennsylvania-Bahn.

3350 t, die Fahrgeschwindigkeit 33 km/h. Die Abmessungen der Lokomotiven sind erheblich kleiner als die der stärksten Dampflokomotiven, insbesondere der Mallet-Maschinen amerikanischer Bauart.

Das Laufwerk der Lokomotive besteht aus zwei dreiachsigen Drehgestellen mit je einer Laufachse am Ende. Die Endtriebachsen der Lokomotive haben genügend Seitenspiel und elektrische Rückstellfedern; die Lokomotive ist imstande, durch Gleiskrümmungen von 85 m Halbmesser zu laufen. Die beiden Motoren jedes Drehgestelles arbeiten mit einfacher Zahnradübersetzung auf eine Vorgelegeachse, von der aus die Zugkraft auf die drei Triebachsen durch Kuppelstangen übertragen wird. Die großen Zahnräder auf der Vorgelegeachse, in welches die beiden Motoren des betreffenden Drehgestelles gemeinsam mit ihren kleinen Zahnrädern eingreifen, bestehen aus zwei nebeneinander sitzenden Zahnkränzen; der Radstern ist für beide gemeinsam, zwischen Radstern und den beiden Zahnkränzen ist je eine Gruppe von

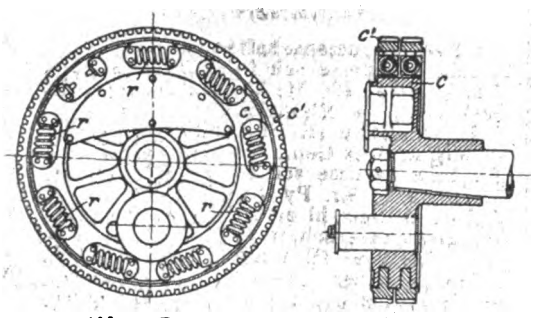


Abb. 5. Federndes Zahnrad mit Doppelkranz.

Schraubenfedern eingesetzt, wie Abb. 5 zeigt. Die Übertragung erinnert also an die der Lötschberg-Lokomotive,[1]) bei der indessen die Zahnkränze nicht durch Schraubenfedern, sondern durch Lamellenfedern gefedert sind. Die Anordnung der Motoren außerhalb der Triebräder, u. zw. zwischen diesen und den zugehörigen Laufrädern, ermöglicht die Anwendung großer Zahngetriebe, also verhältnismäßig kleiner Motoren. Das Gewicht des Lokomotivoberteils mit seinen umfangreichen Einrichtungen ist mehr nach der Mitte der Lokomotive hin verteilt, um das Gewicht der Motoren an den Enden der Triebgestelle möglichst auszugleichen.

Der Strom wird von der Fahrleitung durch Scheeren-Stromabnehmer abgenommen. Um die Vorzüge der Drehstrommotoren bei vorliegender Maschine anzuwenden, hat man auf die Lokomotive einen Phasenumformer gesetzt, der Drehstrom erzeugt. Die Lokomotivmotoren sind also Drehstrom-, nicht Einphasenmotoren. Ihre Periodenzahl entspricht der Fahrgeschwindigkeit von 33 km/h. Diese an sich geringe Fahrgeschwindigkeit entspricht der ungünstigen Höhenlinie der Bahn und den beträchtlichen Zuglasten. Die Motoren jedes Drehgestelles können in Kaskade geschaltet werden, wodurch die Geschwindigkeit etwa auf die Hälfte sinkt; die Wicklungen der Läufer der beiden Motoren sind miteinander verbunden, die des einen Ständers liegen an der Fahrleitung, die des anderen sind kurzgeschlossen. Diese Anordnung dient indessen nur zu Versuchen. Im Betriebe werden die zwischenliegenden Geschwindigkeiten mit der Zuschaltung eines Wasserwiderstandes erreicht. Die größte Fahrgeschwindigkeit von 33 km/h kann bei voller Zuglast in 2 min erreicht werden.

Die Motorschaltung erlaubt im Gefäll elektrische Abbremsung mit Stromrückgewinnung, um die Brems- und Stromkosten herabzudrücken. Für rasches Bremsen dient eine Luftdruckbremse.

Die Lokomotive selbst wurde von der Pennsylvania-Bahn in ihren Werkstätten in Altoona gebaut; die elektrische Einrichtung wurde von der Westinghouse Electric & Manufacturing Co., Pittsburgh, geliefert.

Die Zugförderung beabsichtigt man in der Weise zu bewirken, daß mit einer Lokomotive an der Zugspitze und einer zweiten am Zugende eine Zuglast von 3900 t bei einer Fahrgeschwindigkeit von 33 km/h auf einer Steigung von 20 ‰ auf der Strecke von Altoona nach Gallitzin, oder eine Zuglast von 6300 t auf 10 ‰ Steigung auf der Strecke von Johnstown nach Gallitzin, gefördert werden kann. *e*

[1]) Vgl. „ETZ" 1916, S. 591.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

K. Iffland †.

Am 4. November starb plötzlich infolge eines Gehirnschlages der Beratende Ingenieur Karl Iffland, Dortmund, im Alter von 56 Jahren. Der Verstorbene war auf dem Rittergut Lubowo in Posen geboren, stu-

dierte in Karlsruhe und übernahm nach mehrjähriger Tätigkeit bei der A.E.G. und der Union-Elektricitäts-Gesellschaft zu Beginn des Jahres 1899 das neubegründete Zweigbureau Dortmund der Helios Elektricitäts-A.G. und leistete in dieser Stellung wertvolle Pionierarbeit für die Einführung der elektrischen Kraftübertragung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Seiner wertvollen Tätigkeit, gepaart mit weitsichtigem, scharfem Blick für die Erfordernisse der Industrie, war nicht zum wenigsten das schnelle Wiederemporkommen des Helios zu verdanken, der schon einmal, auf der Frankfurter Ausstellung, geglänzt hatte, um dann für einige Zeit hinter den anderen elektrischen Großfirmen beträchtlich zurückzubleiben. Der dem Dortmunder Bureau zugewiesene große Bezirk wurde sehr bald das Hauptabsatzgebiet des Helios, und mit dem belebenden Einfluß, der von diesem Bureau ausging, gewannen die fruchtbringenden Ideen und Vorschläge seines Leiters auch im Stammhause Cöln große Geltung. Mit besonderem Geschick wußte Iffland die oft noch zögernden, maßgebenden Kreise des Kohlenbergbaues und der sonstigen Industrie von den Vorteilen der elektrischen Kraftübertragung zu überzeugen und durch musterhaft durchgeführte Anlagen den Beweis dafür zu erbringen. So wurde z. B. von seinem Bureau die erste größere Drehstrom-Förderanlage errichtet.

Kurz vor dem zu Ende des Jahres 1904 nur durch mißliche finanzielle Gründungen verschuldeten Zusammenbruch des technisch wieder auf voller Höhe stehenden Helios machte sich Iffland in Dortmund als Beratender Ingenieur selbständig. Seine großen Erfahrungen und seine Geschicklichkeit als projektierender und ausführender Ingenieur verschafften ihm bald einen angesehenen Namen und einen großen Wirkungskreis. Auch war er auf dem Gebiete der elektrischen Fördermaschine als Erfinder schöpferisch tätig.

Zu Anfang des Krieges meldete Iffland sich freiwillig und bildete Truppen aus, und nur durch Krankheit wurde er vom Ausrücken ins Feld zurückgehalten. Sein liebenswürdiges, allzeit hilfsbereites Wesen wird im Kreise seiner zahlreichen Freunde unvergessen bleiben.

Dr. F. Hamburger †. Der Direktor der A. E. G. Brüssel, Dr. F. Hamburger, ist kürzlich gestorben.

Hochschulnachrichten. Dr. H. Faßbender, Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Berlin, erhielt den Professortitel; er wird der von uns auf S. 450 der „ETZ" erwähnten Berufung an die Rigaer Technische Hochschule nicht Folge leisten. — Der a. o. Professor an der deutschen Universität Prag, Dr. V. Rothmund, wurde zum ordentl. Professor für physikalische Chemie und Elektrochemie ebenda ernannt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Theorie des Riementriebs. Von Oberingenieur Dr. W. Stiel. Mit 137 Abb. VII und 205 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 12 M.

Die Materie, die hier behandelt wird, nimmt im Gebiet der theoretischen Maschinenlehre eine Sonderstellung ein, in Anbetracht des krassen Verhältnisses zwischen der Anzahl der Ausführungen und dem Mangel an Grundlagen, die eine sichere Berechnung, so wie es z. B. bei der viel jüngeren Dynamomaschine der Fall ist, ermöglichen. Schon Wilfred Lewis sagte in seinem Versuchsbericht über die Kraftübertragung durch Riemen[1]): „Wir haben gesehen, daß die Leistungsfähigkeit eines Lederriemens von einer solchen Mannigfaltigkeit von Umständen abhängt, daß es offenbar unpraktisch, wo nicht unmöglich sein würde, sie alle miteinander in Verbindung zu bringen, und es dürfte besser sein, die Schwierigkeiten im ganzen zu belassen, als den Gegenstand in ein Labyrinth von Formeln einzukleiden, zu deren Lösung das menschliche Leben zu kurz ist." Man hat also die Schwierigkeiten des Problems schon lange gekannt, und hat trotzdem bis in die neueste Zeit nur sehr kleine Fortschritte in der Erkenntnis erzielt. Was Lewis in seinem ausgezeichneten Bericht am Schluß unter Punkt 17 sagt, „daß auf diesem Gebiete noch mehr Licht nottut", hat heute ebenfalls unverändert Geltung.

Wo ist nun die Ursache dieses mangelnden Fortschrittes in unserer Erkenntnis eines, man möchte sagen, fast jeden maschinentechnischen Laien vertrauten Elementes zu suchen?

Wer sich für diese Frage interessiert, findet in der Arbeit Stiels zunächst Aufklärung in jeder Hinsicht, aber darüber hinaus kann man mit Genugtuung feststellen, daß die Arbeit nicht nur durch die Sammlung bisheriger Versuchs- und Forschungsergebnisse wertvoll ist, sondern daß sie Licht verbreitet und einen

[1]) Wilhelm Lewis, „Versuche über die Kraftübertragung durch Riemen", übersetzt von Skutsch. Berlin 1915. Glaser.

Digitized by Google

selbständigen Fortschritt, insbesondere was den Übergang des Riemens über die Scheibe anbetrifft, darstellt. Was normalerweise im allgemeinen bei der Theorie der Kraft- und Arbeitsmaschinen nur eine sekundäre Rolle spielt und meist im Bausch und Bogen überschlägig ermittelt wird, nämlich die Reibung, spielt hier eine Hauptrolle und bedingt die Schwierigkeiten des Problems.

Dieser Materie ist in Kapitel IV große Sorgfalt gewidmet, sowohl was die Feststellung der Gesetze aus dem vorhandenen Versuchsmaterial von Skutsch u. a. anbetrifft, als auch die Anwendung dieser Gesetze auf die Energieübertragung zwischen Riemen und Scheibe. In einer Anzahl von Schaubildern wird in klarer Weise der Einfluß der verschiedenen Grundgrößen auf die übertragbare Kraft auf Grund eingehender Durchrechnung eines bestimmten Riementriebes dargestellt. Diese Beschreibung des Übergangs über die Scheibe auf Grund der „kombinierten Druck- und Flächenreibung" ist neu und verdient im Interesse des ausführenden Maschinenbaues durch eingehende Versuche auf ein festes Fundament gestellt zu werden, worauf der Verfasser auch am Schluß des Kapitels ausdrücklich hinweist.

Den Kraft- und Geschwindigkeitsverhältnissen ist ein Abschnitt von 45 Seiten gewidmet, worin auch diese Materie erschöpfend behandelt wird. Der Schluß desselben „Einfluß der Beschleunigungskräfte" ist unrichtig und verdiente eine gründlichere Behandlung trotz seines im allgemeinen verschwindenden Betrages. Ohne „jeden mathematischen Apparat", wie der Verfasser meint, läßt sich der Verlauf nicht übersehen. Beschleunigungskräfte und Spannungsverteilung hängen zusammen, in sich verkettet, und lassen sich nicht voreinander trennen. Nach einem Abschnitt über den Wirkungsgrad des Riementriebes folgt noch eine Betrachtung über Vorausberechnung der Abmessungen des Riementriebes, eine für die Praxis der Anwendung sehr wichtige Frage, deren Behandlung sich auf die vorhergehenden Betrachtungen stützt. Dieses Kapitel gibt gute Fingerzeige für den Entwurf, wird aber in Zukunft noch eine Ergänzung durch Berücksichtigung dynamischer Wirkungen (Antrieb von Kurbelmaschinen-walzwerken) erfahren müssen.

Alles in allem kann man dem Verfasser nur dankbar sein für die mühevolle und fleißige Arbeit und wünschen, daß seine Ausführungen fruchtbaren Boden finden.

Auch Druck und Ausstattung des Buches lassen trotz der ungünstigen Zeitverhältnisse nichts zu wünschen übrig.

Georg Duffing.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten)

Bücher.

Die Dreherei und ihre Werkzeuge in der neuzeitlichen Betriebsführung. Von Betriebs-Oberingenieur Willy Hippler. Mit 319 Abb. XI u. 312 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 14.60 M.

Gutachten des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins betreffend die Regierungsvorlage für ein Gesetz über die Elektrizitätswirtschaft. Erstattet auf Grund eines Referates von Hofrat Prof. Ing. K. Hochenegg. 36 S. in 4°. Verlag des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. Wien 1918. Preis 3 M.

Die rationelle Ausnutzung der Kohle. Technische Gutachten zur Vergasung und Nebenproduktengewinnung. Herausgegeben vom Reichsschatzamt. 27 S. in 4°. Verlag von Carl Heymann. Berlin 1918.

Toleranzen. Von W. Kühn. Heft 206 der „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens". Herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure. 56 S. in 8°. Kommissionsverlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 4 M.

Sonderabdrucke.

L. Adler. Der Gleiswiderstand in Krümmungen bei Straßenbahnen. „Zeitschrift für Kleinbahnen", 1918, Heft 10.

Doktordissertationen.

H. Müller. Untersuchungen über den Begriff der Produktivität in der Sozial- und Betriebswissenschaft mit besonderer Berücksichtigung der Organisation der mechanischen Werkstatt der Maschinenindustrie. Technische Hochschule. Darmstadt 1918.

HANDELSTEIL.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Staatliche Elektrizitätswerke des Königreichs Sachsen[1]. Nach dem Bericht über das 1. Geschäftsjahr 1917 betrugen die Einnahmen aus Stromlieferung 1,050 Mill. M, aus Installationsgeschäften 0,046 Mill. M. Allgemeine Unkosten betrugen 0,146 Mill. M, Betriebskosten 0,429 Mill. M, Reparaturen 0,031 Mill. M, Erneuerungsrücklagen 0,263 Mill. M, Zinsen 0,416 Mill. M. Die mit 15,573 Mill. M abschließende Bilanz bewertet Grundstücke mit 0,2 Mill. M, Hoch- und Tiefbauten mit 1,405 Mill. M, Werkseinrichtungen mit 4,471 Mill. M, Fernleitungen mit 1,347 Mill. M, Niederspannungsleitungen mit 2,511 Mill. M, Vorarbeiten und im Bau begriffene Anlagen mit 0,068 Mill. M, Lagerbestände mit 0,208 Mill. M, Ablösungen (Kaufpreisausgleiche) mit 4,932 Mill. M, Verlust mit 0,150 Mill. M. Schuldnern mit 0,281 Mill. M stehen Gläubiger mit 15,260 Mill. M gegenüber. -z.

Schlesische Elektricitäts- und Gas-A. G., Breslau[2]. Nach dem Bericht über das Jahr 1917 betrug der Anschlußwert 100 508 kW (98 929 i.V.) und die Stromabgabe 337 Mill. kWh (309 i.V.). Der Ertrag der Oberschlesischen El.-We. stellte sich auf 1,981 Mill. M (3,063 i.V.), die Gesamteinnahmen auf 2,060 Mill. M (3,207 i.V.), der Gewinnüberschuß einschl. Vortrag auf 0,930 Mill. M (1,568 i.V.). Es werden 5% Dividende (9 bzw. 4½ i.V.) auf 16,8 Mill. M verteilt.

Niederrheinische Licht- u. Kraftwerke A.G., Rheydt[3]. Nach dem Bericht über das Geschäftsjahr 1917/18 ist der Stromabsatz um 46,9% gegen das Vorjahr gestiegen und betrug 22,366 Mill. kWh. Der Betriebsüberschuß von 3,161 Mill. M (2,174 i.V.) erbrachte einen Gewinn einschl. Vortrag von 0,728 Mill. M (0,539 i.V.); hiervon werden 4½% Dividende (3½ i.V.) auf 8 Mill. M gezahlt.

Überlandzentrale Belgard A. G., Belgard. Nach dem Bericht über das 8. Geschäftsjahr 1917/18 wurden abgegeben 8,599 Mill. kWh (8,205 i.V.) Die Einnahmen betrugen 1,569 Mill. M (1,356 i.V.), der Rohgewinn 0,641 Mill. M (0,747 i.V.). Hiervon werden 2% Dividende (0 i.V.) auf 7,4 Mill. M gezahlt.

Arbeitsmarkt.

September 1918[4]. Der Dynamo-, Elektromotoren- und Transformatorenbau gestaltete sich im September ebenso befriedigend wie im Vormonat. Insbesondere wird die Nachfrage nach Elektromotoren und Transformatoren als dauernd stark bezeichnet. Der Geschäftsgang wird im allgemeinen dem Vorjahr gegenüber als lebhafter angegeben, nur vereinzelt sind Abschwächungen gegen den Vormonat und das Vorjahr festzustellen. Die Löhne bewegen sich in steigender Richtung. Gelegentlich mußte Überstundenarbeit geleistet werden. Die Nachfrage nach elektrischen Meßinstrumenten blieb gegen den Vormonat und gegen September 1917 zurück. Die Betriebe für Herstellung von elektromedizinischen Apparaten kennzeichnen ihre Lage als andauernd gut. Eine Abschwächung des Beschäftigungsgrades trat im September für die Schwachstromelektrotechnik hervor. Zum Teil wird allerdings berichtet, daß die Aufträge auf Fernsprechgerät ebenso hoch wie im August und höher als im September 1917 waren. Es werden Lohnerhöhungen um 10% verzeichnet. Mangel an Facharbeitern, insbesondere Werkzeugmachern, besteht fort. Überstunden mußten, wie aus Süddeutschland berichtet wird, verschiedentlich geleistet werden. In der Starkstromelektrotechnik bewegte sich der Umsatz auf ungefähr derselben Höhe wie im Vorjahre; es wird hervorgehoben, daß neue Aufträge reichlich eingegangen sind. Für die Einrichtung elektrischer Licht- und Kraftanlagen lauten die Berichte durchweg günstig; die Tätigkeit wird als lebhaft geschildert und vereinzelt eine Verbesserung gegenüber dem August festgestellt. Die Kabelwerke haben ebenfalls teilweise eine Steigerung der Beschäftigung, verglichen mit dem August, erfahren. Verschiedentlich mußte mit Nachtschichten gearbeitet werden.

25 berichtende elektrotechnische Betriebskrankenkassen hatten abzüglich Kranker am 1. X. 1918 34 199 männliche (— 0,2% g. Vm.) und 43 902 weibliche (— 1,0% g. Vm.) Pflichtmitglieder. 21 Firmen der Elektrizitätsindustrie gaben ihren Arbeiterbestand für Ende September 1918 mit insgesamt 17 495 (— 504 bzw. — 2,8% g. Vj.)[1] an, die Zahl der Männer ist um 638 auf 9499 gestiegen, die der Frauen hat um 1142 abgenommen. Angaben von 21 Firmen gestatten auch den Vergleich gegen den Vormonat. Sie hatten 17 495 Beschäftigte (+ 312 bzw. + 1,8% g. Vm.)[2], darunter 9499 Männer (+ 216); die Zahl der Frauen stieg um 96. Den Arbeitsnachweisen im ganzen Reich lagen aus den Kreisen der Elektroinstallateure und -monteure 412 Arbeitsgesuche vor, d. s. 24% der 1715 angemeldeten, offenen Stellen (35,5% von 1207 i.Vm.; 28% von 1311 i.Vj.)[3]; die Zahl der Stellenbesetzungen betrug 314. Auf Preußen entfallen 223 Arbeitsgesuche, d. s. 22% von 1004 Arbeitsgelegenheiten (37% von 679 i.Vm.; 30% von 717 i.Vj.); 173 Stellen kamen hier zur Besetzung.

1) Vgl. hierzu den Bericht auf S. 478 dieses Heftes.
2) Bericht über 1915 vgl. „ETZ" 1916, S. 531.
3) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1918, S. 20.
4) Nach „Reichs-Arbeitsblatt" 1918, Nr. 10. Bericht über August vgl. „ETZ" 1918, S. 420.

Außenhandel.

Zentralstelle für Ausfuhrbewilligungen von galvanischen Elementen und Taschenlampen.

Laut Verfügung des Reichskommissars für Aus- und Einfuhrbewilligung ist im Einverständnis mit den beteiligten Kreisen eine Zentralstelle für Ausfuhrbewilligungen von galvanischen Elementen und Taschenlampen errichtet worden. Zum Vertrauensmann wurde Dr. E. Michel, Berlin, bestellt. Anträge auf Ausfuhrbewilligung von galvanischen Elementen und Taschenlampen, sowie Teilen zu solchen, sind künftig ausschließlich an die vorgenannte Stelle, Berlin NW. 7, Dorotheenstraße 11, zu richten, bei der auch die erforderlichen Vordrucke erhältlich sind.

Firmenverzeichnis.

Neue Genossenschaften. Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Sandförde (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Bohrau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Groß-Schönfeld, Kr. Pyritz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Oedernitz, desgl. Kauder (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Trittelwitz (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Groß-Ehrenberger Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Groß-Ehrenberg, Kr. Soldin. — Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Mühlatschütz, Kr. Oels (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — desgl. Eule, Kr. Neurode. — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Nossendorf, Kr. Grimmen (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 300).

Schweden. Die Allmänna Svenska Elektriska A. B., Västerås, will ihr Aktienkapital um 25 auf 65 Mill. Kr erhöhen.

Schweiz. Die Société Romande d'Electricité, Territet, wird ihr Aktienkapital um 4,2 auf 8,4 Mill. Fr erhöhen.

Warenerzeugung und Warenmarkt.

Metallpreise an der Londoner Börse[4]. Im September und Oktober 1918 fiel der Preis für Standardzinn von 349/350 £ allmählich auf 333,5/334,5 £. Elektrolytkupfer wurde dauernd mit 137/133 £, Standardkupfer mit 122/122,5 £, Blei mit 29,5/28,5 £ und Zink mit 54/50 £ notiert.

Verschiedene Nachrichten.

Scheiber & Kwaysser, Wien. Die Firma, welche elektrische Starkstromapparate sowie gezogene und gepreßte Präzisionsmassenartikel herstellt und sich mit dem Bau elektrischer Licht- und Kraftanlagen befaßt, blickte Anfang dieses Jahres auf ihr 25-jähriges Bestehen zurück. Inhaber der Firma ist Herr Ingenieur Emil Kwaysser.

1) Bei 379 Firmen verschiedener Geschäftszweige + 0,1% bei 107 der Maschinenindustrie + 5,2% g. Vj.
2) Bei 358 Firmen verschiedener Geschäftszweige — 0,1% bei 100 der Maschinenindustrie — 0,1% g. Vm.
3) Für alle Fächer bei Männern 45,5% (48 i. Vm.; 49,5 i. Vj.), bei Frauen 73,5% (80 i. Vm.; 87 i. Vj.) der Stellenanmeldungen.
4) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 320, 400.

Abschluß des Heftes: 23. November 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. O. Schmo in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 5. Dezember 1918.** **Heft 49.**

Anlage zur Nutzbremsung von Fahrzeugen mit Kommutatormotoren für Einphasen-Wechselstrom.

Von **Dr. Hs. Behn-Eschenburg**, Oerlikon.

Übersicht. **Es wird eine neue Wechselstrom-Kommutatormaschine beschrieben, die im Anschluß an ein Wechselstromnetz als Motor und Generator betrieben werden kann. Die Magnetwicklung, deren Achse wie bei Hauptschlußmotoren senkrecht zur Bürstenachse steht, wird vom Netz im Nebenschluß zu dem Stromkreis des Ankers gespeist. Der Stromkreis des Ankers erhält eine bestimmte Reaktanz, durch welche die Stromstärke begrenzt wird. Das Drehmoment ist bei allen Geschwindigkeiten konstant, wenn die Spannung des Ankerstromkreises und der Magnetwicklung konstant gehalten wird. Die Maschine kann durch einfache Umschaltung von Hauptschlußmotoren erhalten werden und eignet sich zur Nutzbremsung von Fahrzeugen.**

Mit der Ausbreitung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen wird der elektrischen Bremsung und insbesondere der Rückgewinnung der auf Gefällen und beim Anhalten frei werdenden Energie des Zuges erhöhte Bedeutung beigemessen. Es wurde gelegentlich als ein Vorzug des Drehstromsystems betrachtet, daß sich die Motoren ohne Umschaltung als Generatoren betreiben lassen. Der praktische Nutzen ist aber dadurch sehr eingeschränkt, daß nur bei genauer Übereinstimmung der Fahrgeschwindigkeit mit einzelnen synchronen Geschwindigkeiten eine Nutzbremsung eintritt, und daß bei mancher Bahnanlage diese Übereinstimmung infolge häufiger Anfahrfristen verhältnismäßig selten zutrifft. Einzelne Bergbahnen mit Drehstrombetrieb suchten sich von diesem Mangel zu befreien, indem sie auf die Rückgewinnung verzichteten und nach dem Vorgange der Maschinenfabrik Oerlikon (Schweiz. Patent Nr. 20 481 vom 23. XI. 1899) mittels besonderer Gleichstrom-Erregermaschine die Fahrzeugmotore bei der Talfahrt in Mehrphasengeneratoren verwandeln, welche in Belastungswiderständen Strom erzeugen. Durch diese Hilfsmittel wird erreicht daß auch bei Geschwindigkeiten, welche von der synchronen mehr oder weniger abweichen, mit elektrischer Bremsung gefahren werden kann, ohne auf die Stromzuleitung von außen angewiesen zu sein.

Bei Gleichstrombahnen mit Reihenschlußmotoren ist es von altersher üblich, die Motoren elektrisch abzubremsen, indem dieselben als selbsterregte Reihenschlußgeneratoren auf die Anfahrwiderstände geschaltet werden. Es hat nicht an Versuchen und Erfindungen gefehlt, um durch Verwendung von Nebenschlußmotoren und von besonderen Erregermaschinen (vgl. u. a. Schweiz. Patent der Maschinenfabrik Oerlikon Nr. 36 123 vom 14. II. 1906) eine Nutzbremsung zu erzielen. Bei einigen neueren, amerikanischen Gleichstromlokomotiven wird der Erfolg solcher Nutzbremsungen hervorgehoben. Aber auch hier handelt es sich um umständliche Einrichtungen und Schaltungen, und die Rückgewinnung ist auf enge Geschwindigkeitsgrenzen beschränkt.

Als Triebmotor für Einphasen-Wechselstrombahnen kann heute allgemein der Reihenschlußmotor gelten, der in den meisten Fällen mit einem besonderen Kommutierungsquerfeld nach den Prinzipien der Maschinenfabrik Oerlikon (Schweiz. Patent Nr. 30 388 vom 29. II. 1904) ausgestattet ist. Mit solchen Triebmotoren ist eine elektrische Bremsung in gleicher Weise wie bei Gleichstrom-Hauptstrommotoren einzuführen, indem die Motoren als selbsterregte Gleichstrom-Reihengeneratoren auf Belastungswiderstände arbeiten. Für die Rückgewinnung der Bremsenergie ist vorgeschlagen worden, die Hauptfeldwicklung durch besondere Wechselstrom-Erregermaschinen zu erregen oder dieselbe durch Stromtransformatoren mit dem Ankerstromkreis zu verketten. Die erstere Lösung leidet an großer Umständlichkeit der Einrichtung, die zweite Lösung führt zu bedeutenden Schwierigkeiten bei der Unterdrückung der Selbsterregung mit netzfremden Schwingungszahlen.

Bei den neuen Lokomotivbestellungen der Schweizerischen Bundesbahnen für die Gotthardbahn wird die Forderung gestellt, daß wenigstens das Lokomotivgewicht auf den Gefällen durch elektrische Bremsung ausgeglichen werden könne, wobei dem Konstrukteur freigelassen wird, Widerstands- oder Nutzbremsung anzuwenden. Die elektrische Bremsung soll in erster Linie den durch die mechanische Bremsung bewirkten Verschleiß der Bandagen und Bremsklötze vermindern, der Rückgewinnung von Energie wird zunächst keine ausschlaggebende Bedeutung beigemessen. Bei der Gotthardbahn sollte für die Rückgewinnung im Gefälle von 26‰ ungefähr die Hälfte der bei der Steigung für das gleiche Zuggewicht mit gleicher Geschwindigkeit aufgenommenen elektrischen Energie an den Motorbürsten abgenommen werden können.

In der Maschinenfabrik Oerlikon wurden seit langem eingehende Versuche sowohl über Widerstands- und Rückstrom- als auch über Nutzbremsung ihrer Lokomotivmotoren nach verschiedenen Schaltungen durchgeführt und es konnten anfangs des Jahres recht befriedigende Ergebnisse der Nutzbremsung von 250 PS-Motoren engeren Kreisen von Sachverständigen vorgezeigt werden.[1])

Vor kurzem ist es nun gelungen, die Schaltungen grundsätzlich und wesentlich zu vereinfachen und das Bereich der Rückgewinnung unbeschränkt bei allen Belastungen auf alle Geschwindigkeiten bis zum Stillstand auszudehnen, so daß auch ein Teil der Anfahrenergie zurückgewonnen werden kann, ohne dabei für die Steuerung weiterer Schaltapparate zu benötigen als die für den normalen Motorbetrieb vorgesehenen Stufenschalter. Dämpfungswiderstände, besonders übersättigte Reaktanzen, Stromtransformatoren, Erregereinrichtungen und Phasenumformer kommen in Wegfall; eine gewöhnliche Drosselspule mit einem eindeutig bestimmten Reaktanzwert ist der einzige Apparat, der zu der normalen Motoranlage hinzukommt. Der gewöhnliche Reihenschlußmotor wird durch die neue Schaltung in einen eigenartigen Generator oder Motor von neuen, für die praktische Bremsung sehr zweckmäßigen Eigenschaften verwandelt. Es liegt in der Hand des Konstrukteurs, den Wirkungsgrad und Leistungsfaktor je nach Leistung und Geschwindigkeit zu bemessen, die bei früheren Schaltungen gefürchtete Selbsterregung oder Unstabilität ist beseitigt.

[1]) Diese Versuche haben die Herren Ingenieure Lateruser, Burgi und Kristen durchgeführt.

Es soll in folgendem das theoretisch Wesentliche der neuen Wechselstromanlage geschildert werden. Das Schema Abb. 1 bezieht sich in üblicher Form auf einen zweipoligen

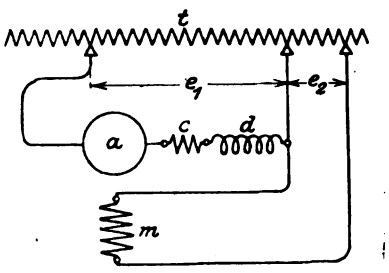


Abb. 1.

Motor oder Generator mit dem rotierenden Anker a und der Magnetwicklung m, die Achsen der Magnetwicklung und der Bürsten sollen senkrecht aufeinander stehen. Allfällige Kompensations- und Hilfspolwicklungen sind unter c zusammengefaßt, wobei für die Wirkungsweise des Motors die Schaltung dieser Wicklungen nach irgend einem bekannten Schema zunächst ohne Bedeutung ist. Der Anker wird nun in Reihe mit einer Drosselspule d von bestimmten Dimensionen an die regulierbaren Spannungsstufen e_1 eines Transformators t angeschlossen, während die Magnetwicklung an eine andere, passend gewählte Spannungsstufe e_2 des gleichen Transformators gelegt wird. Das Schema scheint, äußerlich einen gewöhnlichen Nebenschlußmotor darzustellen, von dessen Unbrauchbarkeit bisher jedermann überzeugt war. Im Gegensatz zu dieser Auffassung entwickelt die Maschine nun bei passender Wahl der Reaktanz d in der einen Drehrichtung als Motor, in der anderen als Generator für jede Geschwindigkeit von Stillstand an bei gegebenen Zuleitungsspannungen e_1 und e_2 ein konstantes Drehmoment, die Leistung wächst proportional mit der Geschwindigkeit. Unseres Wissens ist diese Eigenschaft hier zum ersten Male bei elektrischen Maschinen verwirklicht. Für eine gegebene Zuleitungsspannung steigt die Stromstärke von einem unteren Grenzwert bei Stillstand an, rascher als die Geschwindigkeit, der Leistungsfaktor nähert sich der Einheit. Für den verlustlosen Generator sind die theoretischen Kurven in Abb. 2 als Funktion

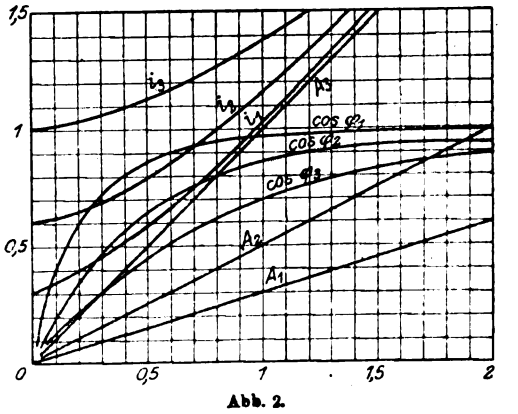


Abb. 2.

der Geschwindigkeit aufgezeichnet für drei verschiedene Zuleitungsspannungen e_1, die im Verhältnis 1 : 0,6 : 0.3 stehen, unter der Voraussetzung einer konstanten Erregerspan-

Digitized by Google

nung, bei welcher der Generator bei der vollen Geschwindigkeit 1 die Bürstenspannung 1 entwickeln soll. Eine ähnliche Kurvenschar erhält man nach Abb. 2a bei konstanter Umdrehungszahl und Erregung mit veränderlicher

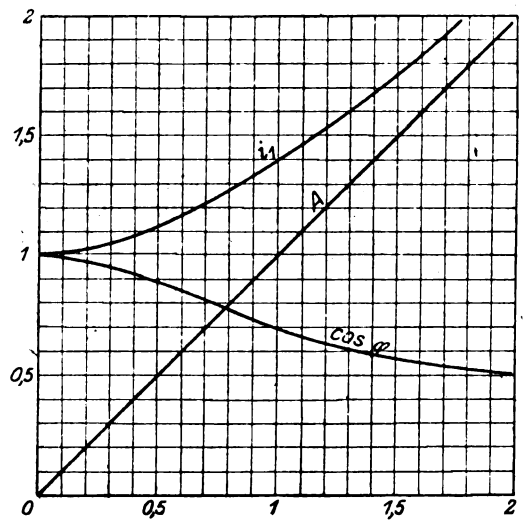


Abb. 2a.

Zuleitungsspannung. Gezeichnet sind Stromstärke, Leistungsfaktor und Leistung für die Umdrehungszahl 1, bei welcher die Bürstenspannung 1 betragen soll, als Funktion der Zuleitungsspannung e_1, die in Bruchteilen der Bürstenspannung in der Abszisse aufgetragen ist. Wir bezeichnen die durch den Ankerstromkreis zusammen mit der Drosselspule gebildete Reaktanz mit R_1, die Reaktanz der Magnetwicklung mit R_2, die Ohmschen Widerstände mit r_1 und r_2, die Stromstärke des Ankers mit i_1, der Magnetwicklung i_2, den von der Magnetwicklung erzeugten, magnetischen Fluß mit F_2, und die von diesem Fluß durch die Rotation des Ankers hervorgerufene EMK mit e_r, die Umdrehungszahl mit n, dann gelten die einfachen Beziehungen:

$$i_1 r_1 + i_1^0 R_1 \pm n \,.\, M i_2 = e_1 ,^1$$

das Vorzeichen richtet sich nach der Drehrichtung und entscheidet über Motor- oder Generatorbetrieb

$$i_2 r_2 + i_2^0 R_2 = e_2 ;$$

dabei sollen e_1 und e_2 gleiche Phase besitzen, $n M i_2$ stellt die durch den Erregerstrom i_2 bewirkte Rotations- oder Bürstenspannung e_r dar. Es ist also auch zu schreiben:

$$i_1 r_1 + i_1^0 R_1 = e_1 \pm e_r .$$

Zur Vereinfachung kann von den Widerstandsverlusten abgesehen werden, und es ist einfach:

$$i_1^0 = \frac{e_1 \pm e_r}{R_1}, \quad i_2^0 = \frac{e_2}{R_2} .$$

Die Stromstärke i_1 ist also um 90° gegen die Resultierende aus den Spannungen e_1 und e_r, i_2 um 90° gegen e_2 verschoben. Da e_r in Phase mit i_2 ist, muß auch e_r um 90° gegen e_2 und e_1 verschoben sein. Führt man mit großen Buchstaben die effektiven Werte ein, so erhält man für den Winkel φ zwischen e_1 und i_1:

$$\cos \varphi = \frac{E_r}{\sqrt{E_1^2 + E_r^2}} ;$$

die Energieleistung wird:

$$A = E_1 J_1 \cos \varphi ,$$

gemessen an den Transformatorzuleitungsklemmen,

$$A = E_r J_1 \sin \varphi$$

gemessen an den Generatorbürsten und allgemein.

$$A = \frac{E_1 E_r}{R_1} .$$

[1]) i_1^0 bedeutet $\frac{di_1}{dt}$.

Das Drehmoment oder die Zugkraft ist:

$$D_r = \frac{A}{n} \,.\, 716 = \text{konst.} \frac{E_1^2}{R_1} \,.\, M i_2 = \text{konst.} \frac{E_1 E_2}{R_1} .$$

Bei gegebener Erregung und Klemmenspannung ist das Drehmoment konstant, es ändert sich proportional der Klemmenspannung E_1 und umgekehrt proportional der Reaktanz R_1.

Charakteristische Werte ergeben sich für

$$n = o , \quad J_1 = \frac{E_1}{R_1}$$

und für

$$e_1 = o , \quad J_1 = \frac{E_r}{R_1} .$$

Die Erregungsarbeit $e_2 i_2$ ist als Verlust in Watt und Voltampere besonders zu berechnen und zu messen.

Das Diagramm der Generatorarbeit nimmt die einfache Form Abb. 3 an, für motorischen

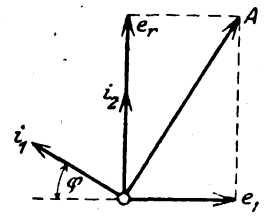


Abb. 3.

Betrieb wären e_r und OA nach unten gerichtet. Für die praktische Verwendbarkeit des Motors oder Generators ist nun entscheidend und maßgebend, daß R_1 so groß gewählt wird, daß die Stromstärke i_1 bei der normalen oder maximalen Geschwindigkeit und der normalen Rotationsspannung e_r die durch den Fluß F_2 und den zulässigen Erregerstrom i_2 begrenzt ist, die zulässigen oder normalen Grenzwerte der Konstruktion nicht überschreitet.

Die Reaktanz R_1 kann mit allen bekannten Mitteln gebildet werden, z. B. durch besondere Drosselspulen oder z. T. durch die Selbstinduktion des Ankers, der Kompensationswicklung und Hilfspole. Für die Einstellung der Wendequerfelder durch die Hilfspole und Querwicklung gelten die gleichen Regeln wie für den Reihenschlußmotor unter sinngemäßer Berücksichtigung der Phasenverschiebung zwischen der durch den Fluß F_2 transformatorisch induzierten Lamellenspannung und der durch Rotation in dem Ankerfeld erzeugten Spannung. Im allgemeinen fallen in der neuen Betriebsweise beide Spannungen näher zusammen als beim Reihenschlußmotor, es können also die Mittel zur Phasenverschiebung des Wendequerfeldes z. T. fortfallen, unter Umständee die Querwicklung des sogenannten doppelgespeisten Motors einfach kurzgeschlossen werden.

Wenn in dem Diagramm die Verluste in den Wicklungen durch die Ohmschen Widerstände r_1 und r_2 berücksichtigt werden, so verschiebt sich in dem Diagramm 4 der Vektor e_r um den Winkel φ_2 aus der Vertikalen nach rechts und mit ihm in entsprechender Weise die Resultierende $O A$. Von $O A$ aus wird i_1 nicht mehr um 90°, sondern um $90° - \varphi_1$ nach links abweichen, wobei zu setzen ist:

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{\omega R_2}{r_2}, \quad \operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{\omega R_1}{r_1} .$$

Der Winkel φ wird mit den Winkeln φ_1 und φ_2 zunehmen und der Leistungsfaktor cos φ abnehmen (vgl. Abb. 4). Es ist:

$$\cos \varphi = \frac{E_1 \sin \varphi_1 + E_r \cos (\varphi_2 + \varphi_1)}{\sqrt{E_1^2 + E_r^2 + 2 E_1 E_r \sin \varphi_2}} .$$

Da die Stromstärke des Ankers und der Magnetwicklung vollständig voneinander unabhängig verlaufen können, ist bei richtiger Bürstenstellung und auch bei Kurzschluß der Querwicklungen eine Selbsterregung ausgeschlossen. Für die Regulierung der Zugkraft und Geschwindigkeit ist nur die Regulierung der Zuleitungsspannung e_1 erforderlich. Dies ist ein Hauptvorzug der neuen Anlage, indem ohne Zuhilfenahme von besonderen Widerständen eine verlustlose Regulierung und Stabilität erreicht wird. Der Anschluß der Magnetwicklung kann außerhalb oder innerhalb der Anzapfungen e_1 oder auch an einem besonderen

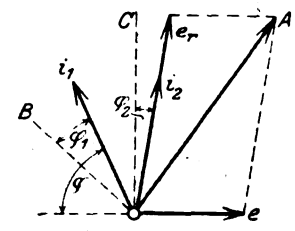


Abb. 4.

Transformator liegen, die Spannung e_2 könnte ebenfalls regulierbar eingerichtet werden; die Erregung ließe sich auch mittels induktiver Vorschaltwiderstände variieren, es muß nur das Magnetfeld immer um angenähert 90° gegenüber der Netzspannung verschoben sein. Auch die Reaktanz R_1 kann verändert und zur Regulierung herangezogen werden.

Für den Motorbetrieb scheint die neue Anlage keine Vorteile zu bieten, da für die gleiche Leistung das Gewicht im allgemeinen größer und der Leistungsfaktor kleiner ausfallen wird als beim gewöhnlichen Reihenschlußmotor; dazu kommt die Aufwendung für die Drosselspule an Gewicht und Preis und Verlusten. Beim Übergang von dem Betrieb als Hauptstrommotor mit der gewöhnlichen Schaltung in den Betrieb als Generator für Nutzbremsung lassen sich verhältnismäßig einfache Maßnahmen treffen. Die Drosselspule kann im ersten Betrieb kurzgeschlossen, die Magnetwicklung mit einer Ableitung des Ankers verbunden werden.

Auch der Übergang von der Nutzbremsung zu einer Widerstandsbremsung, die unter Umständen für Talfahrten ohne Netzstrom gewünscht werden mag, läßt sich leicht einrichten, indem ein zusätzlicher Bremswiderstand eingeschaltet bzw. kurzgeschlossen wird. Die für die Kommutierung notwendige Umschaltung oder Einstellung der Erregung der Hilfspole-, Kompensations- und Querwicklungen ist zugleich mit den neuen Verbindungen der Magnetwicklung und des Ankerstromkreises durch die Umstellung des Fahrtrichtungswechslers auf die besondere Bremsschaltung auszuführen.

Die Bedienung beschränkt sich darauf, nachdem die Fahrwenderwalze auf Bremsung gestellt ist, durch die Bewegung des Stufenschalters die Zuleitungsspannung und das Drehmoment bis zur Einhaltung der gewünschten Geschwindigkeit zu regeln. Dabei können auch Rückwärtsfahrten in der gleichen Schaltung unter Arbeitsleistung der Motoren ausgeführt werden. Es ist zweckmäßig, mit der Nullstellung des Stufenschalters gleichzeitig die Erregung der Magnetwicklung zu unterbrechen.

Die neue Anlage ist ohne weiteres fähig, bei jeder Fahrgeschwindigkeit und insbesondere auch zum Anhalten des Zuges mit elektrischer Nutzbremsung zu arbeiten, und, soweit die Verluste des mechanischen Getriebes und der Wicklungen dies zulassen, den letzten Rest der mechanischen Energie in das Netz zurückzuleiten, sie benötigt außer den für den Motorbetrieb bereits vorhandenen Maschinen und Apparaten nur eine einfache Drosselspule. Diese Einfachheit und weitgehende Wirkung erhebt die Anlage weit über alle bei Gleichstrom und Drehstrom bisher bekannt gewordenen Methoden und Einrichtungen und dürfte geeignet sein, dem Einphasen-Wechselstromsystem eine neue, wichtige Überlegenheit zu verschaffen. Die Übersichtlichkeit der Wirkungsweise, die sich in den oben angedeuteten,

Digitized by Google

einfachen Formeln und Diagrammen ausspricht, macht eine Darstellung von Versuchsergebnissen überflüssig. Zahlreiche Beobachtungen an größeren Lokomotivmotoren und kleinen, ortsfesten Motoren bestätigen die theoretischen Berechnungen und Überlegungen. Für den Entwurf scheint es am bequemsten, von der normalen Motorspannung E_r bei der normalen Geschwindigkeit n und der maximalen zulässigen Stromstärke i_1 auszugehen. Die Leistung wird $A = E_r J_1 \sin \varphi$. Die notwendige Reaktanz R_1 der Drosselspule ergibt sich dann aus

$$R_1 = \frac{E_r}{J_1 \sin \varphi}.$$

Wenn z. B. die auf einem Gefälle zurückzugewinnende Energie etwa die Hälfte der normalen bei der Steigung aufzuwendenden Energie sein soll, könnte der Motor mit normaler Bürstenspannung und etwa 80% der normalen Stromsrätke als Bremsgenerator betrieben werden, mit $\cos \varphi = 0{,}8$. Der Fahrleitung ist dabei außer der wattlosen Komponente $J_1 \sin \varphi$ auch der Erregerstrom J_2 des Motors und des Transformers zu entnehmen.

Wenn diese Bremsmethode auch zum Anhalten der Züge eingeführt wird, so werden sich auf ebenen Strecken etwa 40% der für das Anfahren benötigten Energie zurückgewinnen lassen. Da nun diese Anfahrenergie bei der verlustlosen Spannungsregulierung von Wechselstrommotoren ungefähr 30% der zur Überwindung des Zugwiderstandes erforderlichen Fahrenergie ausmacht (für Bahnen mit etwa 50km-Stundengeschwindigkeit und mit Entfernungen von etwa 10 km zwischen den Haltestellen), so kann durch die elektrische Nutzbremsung beim Anhalten der totale Energieaufwand oder die auf einen Tonnenkilometer entfallende Wattstundenzahl um etwa 12% vermindert werden.

Für Gleichstromfahrzeuge, die mit Anlaßwiderständen und Reihenparallelschaltung arbeiten, beträgt der Energieaufwand für das Anfahren infolge der Verluste in den Widerständen 1,5-mal mehr als für Wechselstrommotoren, also etwa 45% der Fahrenergie für die obigen Verhältnisse. Eine Rückgewinnung beim Anhalten kommt praktisch nicht in Betracht, so daß gegenüber Wechselstromfahrzeugen mit Nutzbremsung beim Anhalten ein Mehrverbrauch von etwa 20% der Fahrenergie bei Gleichstrombahnen eintreten muß, auch wenn die Wechselstrommotoren und Transformatoren einen um 5% geringeren Wirkungsgrad besitzen als die Gleichstrommotoren.

Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme.[1])

Von Reinhold Rüdenberg, Berlin-Westend.

Übersicht. **Nach Besprechung der bisherigen Methoden für einen selbsttätigen Anlauf von Drehstrommotoren wird gezeigt, daß tertiäre Ströme, insbesondere Wirbelströme in den Ankerleitern, sich zur Erhöhung des Anlaufmomentes vorteilhaft verwenden lassen, da sie außerhalb der Synchronismusnähe den wirksamen Ankerwiderstand vermehren und die Ankerstreuung vermindern.**

Es werden Formeln und Kurven zur Zahlenrechnung hergeleitet und Gesichtspunkte für den Bau solcher Motoren angegeben. Versuche am ausgeführten Motor zeigen volle Übereinstimmung mit den niedergelegten Betrachtungen und Rechnungen.

Die asynchronen Drehstrommotoren haben sich in den letzten Jahrzehnten ein außerordentlich weites Anwendungsgebiet erobert und sind drauf und dran, die meisten anderen Antriebsarten allmählich aus dem Felde zu schlagen. Der Grund hierfür ist in der Einfachheit ihres Aufbaues, in der dadurch bedingten Betriebssicherheit, in ihrer Anpassungsfähigkeit an Hochspannungs-Kraftübertragungen und in ihrer leichten Bedienung gegenüber anderen Kraftmaschinen zu suchen. Eine Unvollkommenheit besitzen diese Motoren jedoch: ihre Drehzahl ist nicht einstellbar, sondern durch die einmal vorliegende Konstruktion und Wicklung fest gegeben. Für Regulierbetriebe hat man daher Drehstrom-Kollektormotoren geschaffen, die sich noch in voller Entwicklung befinden. Im Zusammenhang mit der festen Drehzahl der Asynchronmotoren steht, daß ihr Anlauf vom Stillstand aus nicht von selbst vor sich geht, sondern daß Anlaßvorrichtungen erforderlich sind, die von außen betätigt werden müssen und daher eine fachkundige Bedienung verlangen. Wenn es gelänge, diese Anlasser zu vermeiden, so würde ein für den Betrieb hochwertigerer Motor entstehen.

Um dieses Ziel zu erreichen, wollen wir zunächst die Vorgänge im normalen Asynchronmotor bei Stillstand und Anlauf betrachten, die uns zu Ergebnissen führen werden, die wissenschaftlich und praktisch ein erhebliches Interesse bieten. In Abb. 1 ist ein

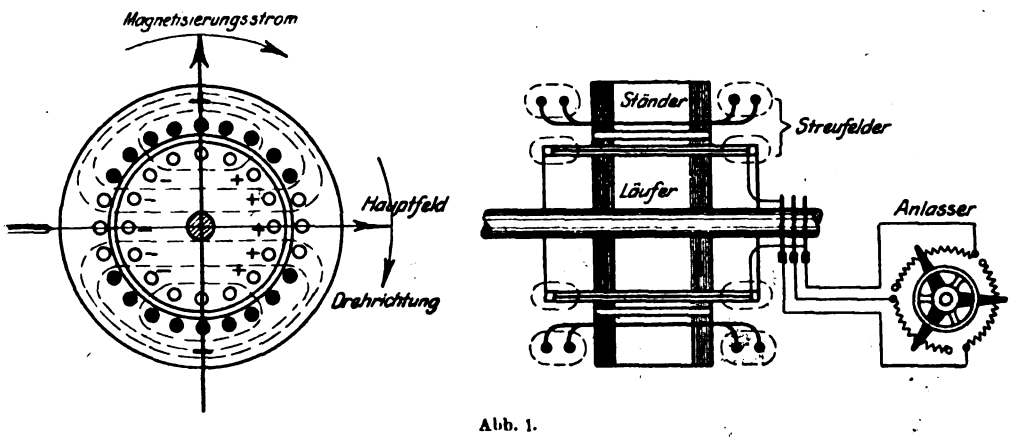


Abb. 1.

schematischer Querschnitt und Längsschnitt durch einen Drehstrommotor dargestellt. Die Ständerströme, deren Stärke in den verschiedenen Phasen zyklisch pulsierend am Umfange des Eisenblechpaketes fortschreitet, erzeugen ein magnetisches Drehfeld, das im stillstehenden Läufer Spannungen induziert, die ihrerseits Läuferströme hervorrufen. Wie Abb. 2 veranschaulicht, entsteht durch die Einwirkung des Läuferstromes und des Magnetfeldes im Luftspalt ein starkes Drehmoment nur dann, wenn die Verteilung des Stromes und des Feldes gleichgerichtet ist, wenn also keine Phasenverschiebung zwischen ihnen herrscht. Besitzen die Verteilungen dagegen eine Phasenverschiebung von 90°, so heben sich die Drehmomente in den vier Quadranten des Motors gegenseitig auf, so daß kein wirksames Moment nach außen erscheint. Da nach Abb. 1 die Läuferspannung gleichphasig mit der Verteilung des Hauptfeldes ist, so muß zur Entwicklung eines starken Drehmoments verlangt werden, daß Strom und Spannung im Läufer gleichphasig sind. Be Vor- und Nacheilung würden nur mittlere Drehmomente, bei 90° Phasenverschiebung gar keins Drehmoment entwickelt werden. Wenn nun bei Stillstand des Motors die Läuferwicklung kurzgeschlossen ist, ihre EMK also auf den sehr kleinen, inneren Widerstand und ihre recht erhebliche Streuung geschaltet ist, so wird der Phasenwinkel φ groß sein; außerdem ist die Stromaufnahme des Motors groß, wodurch die Ständerstreuspannung stark drosselt und das Hauptfeld schwächt. Das Drehmoment ist deshalb nur klein. Man verwendet gewöhnlich, wie in Abb. 1 dargestellt, einen Anlaufwiderstand im Läuferkreis, um einerseits den Phasenwinkel φ zu verringern, anderseits den Strom zu schwächen, so daß die Wirkung sowohl der Ständer- wie der Läuferstreuspannung relativ gering wird und ein starkes Drehmoment entsteht. Während des Hochlaufens muß der Anlaufwiderstand allmählich verringert werden, da er sonst im Betriebe energievernichtend wirken würde und durch Abdrosseln von Sekundärspannung den Motor nicht auf volle Drehzahl brächte. Bei vollem Lauf nahe dem Synchronismus mit dem Felde ist bei kleiner Schlüpfung die Läuferspannung gering. Gleichzeitig ist auch die Läuferfrequenz und daher ihre Selbstinduktions- oder Streuspannung die der Frequenz proportional ist, klein gegenüber der Widerstandsspannung, so daß hier der Phasenwinkel φ fast gleich 0 ist. Beim vollen Betrieb wird daher ohne weiteres ein starkes

Abb. 2. Phasenverschiebung zwischen Feld und Strom.

Drehmoment entwickelt. Die Schlüpfung des Läufers gegenüber dem Feld stellt sich durch Abfall der Drehzahl unter dem äußeren Belastungsdrehmomente so groß ein, daß die Schlupfspannung im Läufer ausreichend starke Ströme erzeugt, um dieses Drehmoment überwinden zu können.

Wird die Belastung zu groß, so wird die Schlüpfung größer und größer, wobei schließlich die mit der Schlupffrequenz wachsende Läuferstreuspannung so große Phasenverschiebung bewirkt und die mit dem Strom anwachsende Ständerstreuspannung so große Feldverminderung verursacht, daß zwar der Strom, jedoch nicht mehr das Drehmoment zunimmt, sondern schließlich umkippt, so daß der Motor abfällt, Abb. 3. Das maximal entwickelte Drehmoment wird das Kippmoment genannt. Will man mit konstantem Drehmoment anfahren, so muß man den Anlaß- oder Schlupfwiderstand im Läuferkreise stets proportional der Schlüpfung regeln, genau so, wie die Läuferstreuspannung sich von selbst ändert. Nur dann wird die Phasenverschiebung φ im Läuferkreis stets gleich bleiben. Drei solcher Kurven sind in Abb. 3b dargestellt, u. zw. für das Kippmoment sowie für den oberen und unteren Ast der gestrichelten Drehmomentkurve von Abb. 3a. Alle Widerstandskurven gehen natürlich unten in der inneren Läuferwiderstand über. Der ideale Anfahrwiderstand müßte nach diesen Erläuterungen also genau proportional der Schlüpfung sein und gleichvoltig sein, also von der Drehzahl, dagegen nicht von anderen Bedingungen abhängen. Man sieht aber aus Abb. 3, daß selbst erhebliche Abweichungen des Schlupfwiderstandes von der dem maximalen Moment entsprechenden stark gezoge-

[1]) Vortrag, gehalten vor dem Elektrotechnischen Verein, Berlin, am 29. 1. 1918. Vgl. „ETZ" 1918, S. 91. Die Aussprache kommt in einem späteren Heft zum Abdruck.

Digitized by Google

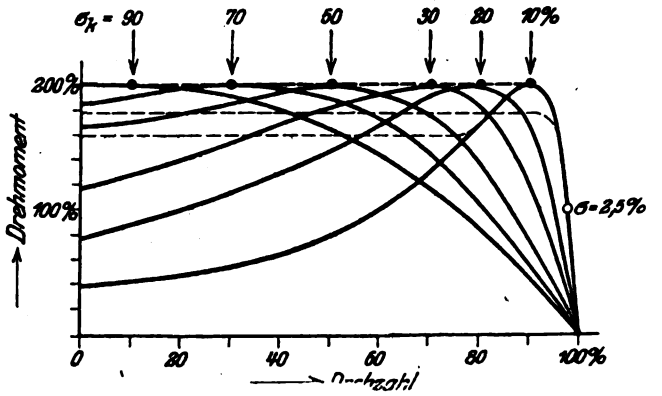


Abb. 3a.

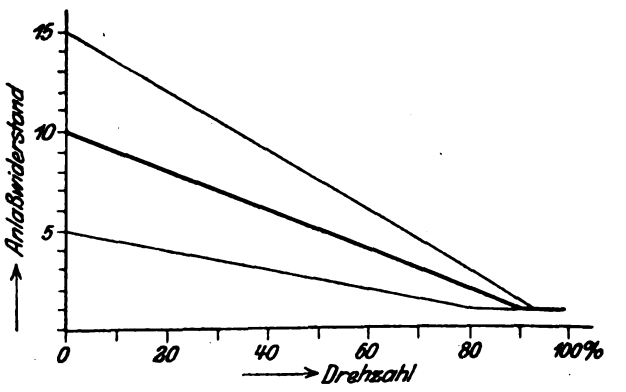


Abb. 3b.

nen Linie nur relativ geringe Abweichungen der auftretenden Drehmomente ergeben, so wie es die in Abb. 3a gestrichelten Kurven zeigen. Die Proportionalität braucht also nicht gar zu ängstlich erfüllt zu sein.

momente relativ groß macht und eine erhebliche Schlüpfung bei Lauf zuläßt, die Energie kostet und den Motor stark heizt. Um ein Anfahrmoment gleich dem normalen zu erzielen, sind im allgemeinen 6 bis 8% Schlüpfung erforderlich, was bei großen Motoren jedoch unzulässig ist. Manchmal benutzt man auch

welle selbst oder auch durch einen kleinen Hilfsmotor allmählich ausgeschaltet wird. Dieselben sind bequem, solange sie störungsfrei funktionieren, allerdings müssen sie zwecks richtigen Abschaltens noch weitere automatische Handlungen vornehmen.

Unser Ziel soll nun sein, den Läu-

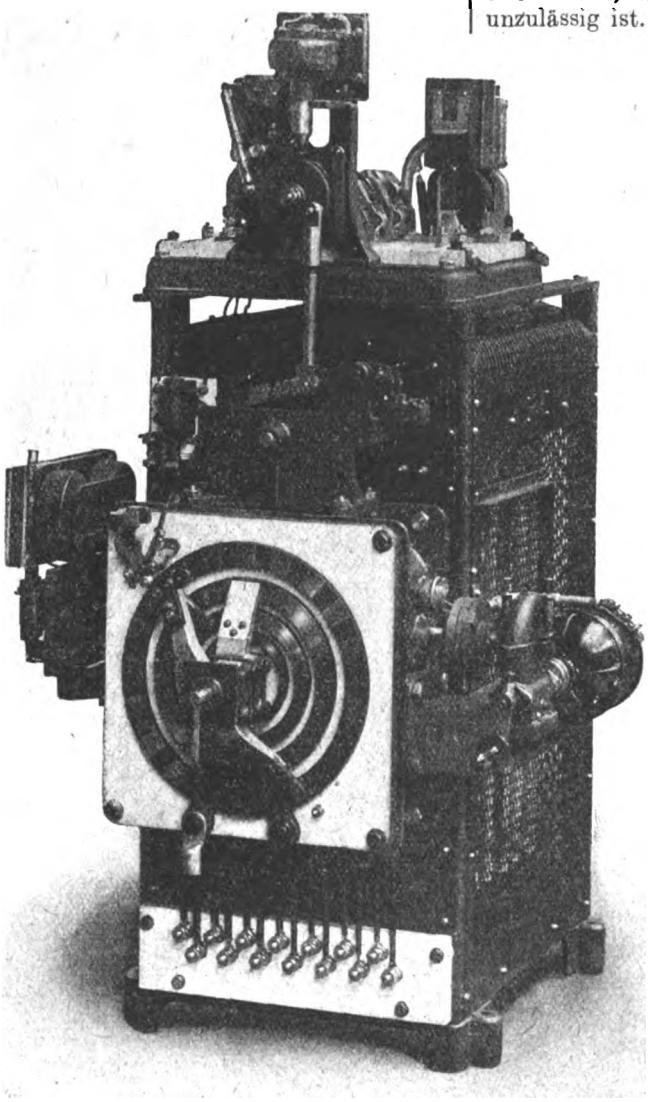


Abb. 4. Selbstanlasser.

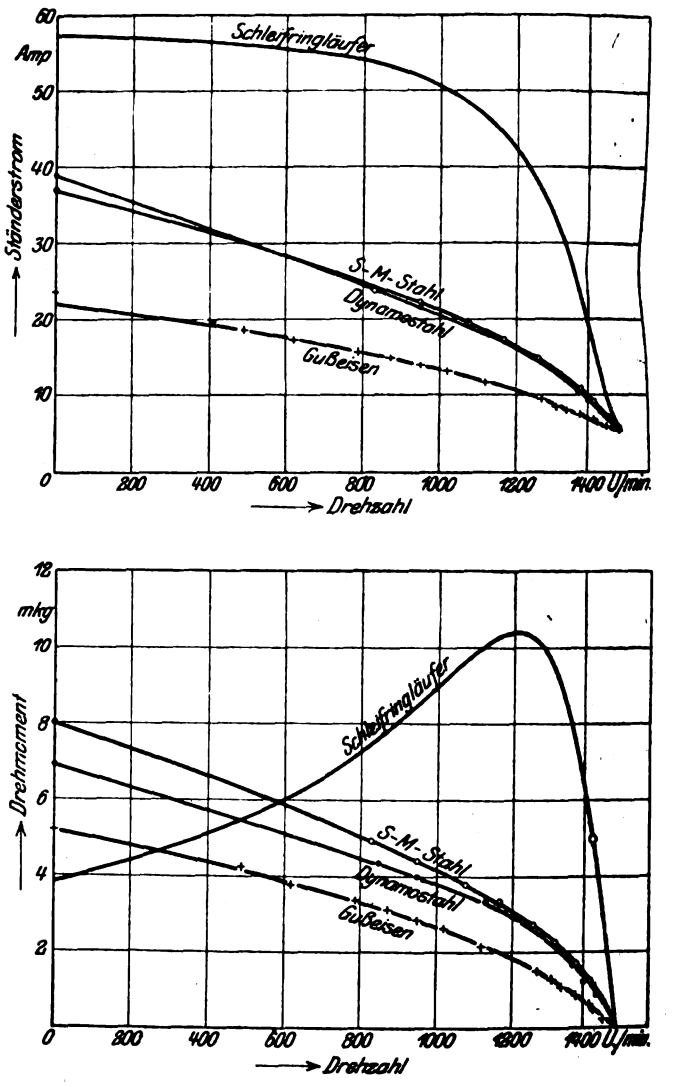


Abb. 8.

Die öfter verwandten Kurzschluß-Käfiganker verleugnen die Veränderung des Widerstandes gänzlich, Man schließt hier einen Komprom ß, indem man den inneren Läuferwiderstand zum Zwecke größerer Anlauf-

zum Zwecke einfacher Bedienung der Motoren Selbstanlasser, etwa nach Abb. 4, bei denen der Anlaßwiderstand entweder von der Motor-

fer von Asynchronmotoren derart aufzubauen, daß er ohne äußeren Eingriff von Hand oder durch mechani-

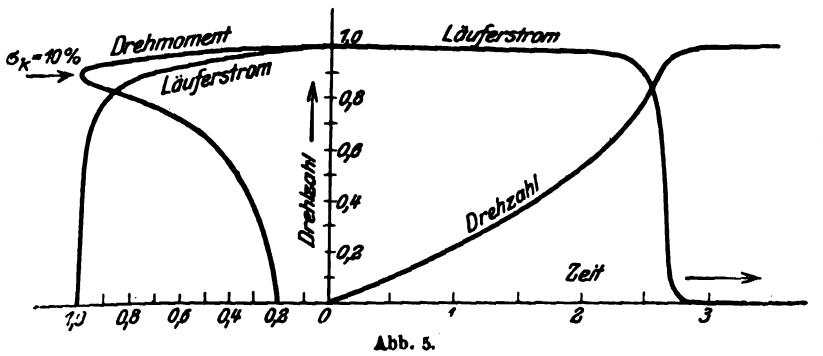


Abb. 5.

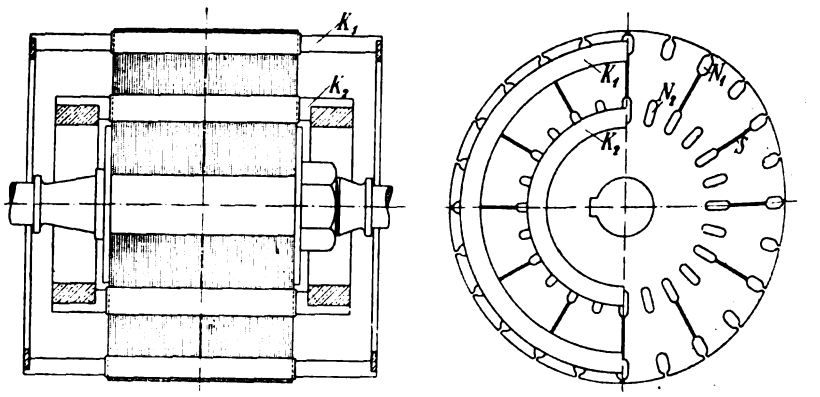


Abb. 6. Läufer nach Boucherot.

Digitized by Google

sche Vorrichtung im ganzen Drehzahlbereich stets große Drehmomente entwickelt. Bevor wir derartige Mittel zum Selbstanlauf diskutieren, wird es zweckmäßig sein, erst ein Urteil zu gewinnen über die Wärmemenge, die alsdann beim Anlauf im Läufer selbst anstatt wie bisher im äußeren Schlupfwiderstand entwickelt wird. Es fragt sich, bei welcher Anlaufmethode sie geringer ist, ob im Kurzschlußanker mit großer oder im Schleifringanker und Schlupfwiderstand mit kleiner Phasenverschiebung, ob bei großem oder kleinem Kippmoment oder bei schnellem oder langsamem Anfahren. Ein zahlenmäßiges Urteil ist nötig, da größere Motoren mit solchem Selbstanlauf sonst leicht verbrennen könnten, besonders wenn sie öfter angelassen werden. Glücklicherweise ist eine allgemeine Berechnung der Anlaßwärme möglich, ohne den sonstigen Anlaufvorgang zu lösen, falls man sich auf solche Verhältnisse der Motoren beschränkt, bei denen lediglich Schwungmassen zu beschleunigen sind und die Reibung in den Hintergrund tritt. In Abb. 5 sind auf der linken Seite das Drehmoment und der Läuferstrom über der Drehzahl und auf der rechten Seite die Veränderung von Läuferstrom und Drehzahl mit wachsender Zeit während des Anlassens aufgetragen. Bezeichnet man die Schlüpfung des Motors, mit:

$$\sigma = \frac{n_0 - n}{n_0} = 1 - \frac{n}{n_0} \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

wobei n_0 die synchrone und n die jeweilige Drehzahl ist, so läßt sich herleiten, daß ihr Wert im Zustande des Kippmomentes gleich

$$\sigma_k = \frac{r_2 J_{2k}}{E_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

ist, wobei r der Widerstand, E die Stillstandsspannung und J_k der Kurzschlußstrom des Läufers mit dem Index 2 sind. Der jeweilige Läuferstrom ist alsdann:

$$i_2 = \frac{J_{2k}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma_k}{\sigma}\right)^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

und das jeweilige Drehmoment:

$$D = \frac{2\,\frac{\sigma_k}{\sigma}\,D_k}{1 + \left(\frac{\sigma_k}{\sigma}\right)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

wobei das maximale oder Kippmoment durch den Ausdruck:

$$D_k = \frac{\frac{1}{2} E_2 J_{2k}}{\frac{2\pi n_0}{60}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5$$

gegeben ist.[1])

Die während eines Anlaßvorganges von der Läuferstromwärme $i_2^2 r_2$ erzeugte und daher im Läuferkreis verlorene Arbeit ist:

$$\mathfrak{A}_2 = \int_0^\infty i_2^2 r_2 \, dt \, . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6$$

Diese heizt den Läufer.[1] Nun dient beim Leeranlauf mit Schwungmassen das Drehmoment lediglich zur Beschleunigung derselben, die das Trägheitsmoment GR^2 besitzen mögen. Es ist also:

$$D = GR^2 \cdot \frac{2\pi}{60} \frac{dn}{dt} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7$$

Man kann das Integral (6) allgemein auswerten, wenn man zunächst eine Vertauschung der Integrationsvariablen vornimmt. Es ist nach Gl. (7):

$$dt = \frac{2\pi}{60} \frac{GR^2}{D} \cdot dn = -\frac{2\pi}{60} \frac{GR^2}{D} n_0 \, d\sigma \, , \quad (8$$

denn nach Gl. (1) ist:

$$d\sigma = -\frac{dn}{n_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9$$

Nun ist in dem Integral über dt für $t = 0$: $\sigma = 1$ und für $t = \infty$: $\sigma = 0$. Daher haben wir anstatt der Grenzen 0 bis ∞ im Integral über dt die Grenzen 1 bis 0 im Integral über $d\sigma$ einzuführen oder, wenn wir das negative Vorzeichen von Gl. (8) fortschaffen wollen, die Grenzen von 0 bis 1. Aus Gl. (6) wird dann

$$\mathfrak{A}_2 = \int_0^1 i_2^2 r_2 \frac{2\pi n_0}{60} \frac{GR^2}{D} \, d\sigma \, . \quad . \quad (10$$

und, wenn man hierin fortlaufend einsetzt: i_2 nach Gl. (3), r_2 aus Gl. (2), D nach Gl. (4) und darin D_k nach Gl. (5), so heben sich sehr zahlreiche Faktoren fort, und es bleibt:

$$\mathfrak{A}_2 = \int_0^1 \left(\frac{2\pi n_0}{60}\right)^2 . GR^2 . \sigma \, d\sigma \, . \quad . \quad (11$$

Hierin sind unter dem Integral die beiden ersten Faktoren Konstanten, die wir vor das Integral ziehen können. Anstatt des Trägheitsmomentes GR^2 wollen wir dabei das in der Technik meist benutzte Schwungmoment GD^2 einführen, das 4-mal so groß ist. Weil dann das stehenbleibende, bestimmte Integral den festen Zahlenwert:

$$\int_0^1 \sigma \, d\sigma = \frac{1}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12$$

darstellt, so erhält man nunmehr endgültig für die Anlaßverluste im Läuferkreise:

$$\mathfrak{A}_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{60}\right)^2 n_0^2 \, G \, D^2 \, , \quad . \quad (13$$

wobei GD^2 in $t\,m^2$ und n_0 in Umdr/min auszudrücken sind, wenn man $\mathfrak{A}_2$ in kWs erhalten will. In diesem Ausdruck sind außer der synchronen Drehzahl und dem Schwungmoment, das zu beschleunigen ist, keinerlei elektrische Werte des Motors oder der Anlaßmethode enthalten. Die Anlaßverluste bei Massenbeschleunigung sind daher vollständig unabhängig von der Art, wie man mit dem Motor anfährt. Sie bestimmen sich stets durch den einfachen Ausdruck (13), dem man leicht ansieht, daß er außerdem die bekannte Beziehung für die in den Schwungmassen aufgespeicherte Arbeit wiedergibt. Die Anlaßverluste bei Massenbeschleunigung sind also stets gleich der Schwungarbeit. Deren Größe im Wärmemaß kann man sich gut veranschaulichen durch die Bremswärme, die beim Abbremsen der Schwungarbeit entsteht. Da die elektrisch erzeugte Anlaßwärme somit gleich der mechanisch entwickelten Bremswärme ist, die wohl jeder Motor viele Male aufnehmen könnte ohne große Überhitzung, so erkennt man, daß man die Anlaßverluste ruhig im Läufer selbst entwickeln kann, sofern keine gar zu großen Schwungmassen vorhanden sind, oder die Ankerleiter etwa gar zu dünn wären. Es sei angemerkt, daß man beim Umsteuern des Motors auf volle Gegendrehzahl die 4-fache Wärmemenge des Ausdruckes (13) erhält, weil das Integral (12) dann von $\sigma = 0$ bis $\sigma = 2$ zu erstrecken ist. Muß außer der Beschleunigung noch andere Arbeit geleistet werden, so dauert der Anlauf natürlich länger, und die Anlaufverluste sind größer, u. zw. um so mehr, je geringer das elektromagnetische Anfahrmoment im Verhältnis zu den sonstigen Belastungsmomenten ist, weil dann nur ein geringer Drehmomentrest für die Beschleunigung übrig bleibt. Am besten fährt man daher stets mit maximalem Kippmoment an. Hierbei würde man bei reinem Schwungmassenanlauf eine Anfahrzeit erreichen, die in Abb. 5 durch die Strecke 1 dargestellt ist.

Einige ältere Vorschläge zur Vereinfachung des Anlassens von Asynchronmotoren wollen wir nur kurz streifen. Man hat häufiger den Anlaßwiderstand und die zugehörigen Schalter in den Läufer gelegt, hat auch Wicklungsteile gegeneinander geschaltet und alles durch Zentrifugalapparate betätigt. Dadurch hat man zwar die Schleifringe des Motors erspart, aber die Betriebssicherheit wurde verringert. Auch die Widerstandsvermehrung der Leiter bei hoher Temperatur ist benutzt worden. Da jedoch 250° Erwärmung erst den doppelten Leitungswiderstand ergeben, so schafft die praktisch erreichbare Erwärmung nicht sehr viel und wirkt außerdem nicht sofort beim Einschalten. Häufiger ist die Verwendung zweier Läuferwicklungen mit großem und kleinem Widerstande angegeben, deren letztere bei Stillstand ausgeschaltet werden sollte. Der beste derartige Vorschlag stammt von Boucherot[1]), der die Wicklungen verschieden tief in den Anker legt, so daß die Widerstandswicklung kleine und die Kurzschlußwicklung große Induktivität besitzt, so wie es Abb. 6 zeigt. Dabei quetscht sich jedoch im Anlauf der ganze und im Betriebe ein starker Streufluß zwischen beiden Wicklungen durch, so daß die Eigenschaften des Motors nicht besonders gut sind. Immerhin ist er bis etwa 10 kW Leistung häufiger gebaut, u. zw., wie Abb. 7 zeigt, mit außerhalb des Ankers liegenden Stirnwiderständen.

Abb. 7.

Ähnliche Wirkungen erzielt man, wenn man die Läuferströme nicht in besonderen Leitern führt, sondern in massiven eisernen Ankern ohne Blechunterteilung sich entwickeln läßt. Die Ströme dringen dann bei vollem Lauf und geringer Frequenz tief in das Eisen ein, bei Stillstand und Anlauf fließen sie jedoch wegen der hohen Frequenz und der hierdurch bedingte, starken Stromverdrängung nur in einer dünnen Oberflächenschicht, die ihnen starken Widerstand bietet. Das Problem dieser Wirbelstromverteilung ist lösbar. Man kann berechnen, daß die Schlüpfung eines solchen Ankers proportional dem Quadrat der Last wäre, falls die Permeabilität des Eisens konstant bliebe. Man würde günstige Verhältnisse erzielen, falls man Permeabilität und Leitfähigkeit zweckmäßig wählen könnte, leider fehlt jedoch das hierfür geeignete Material. Abb. 8 stellt gemessene Ströme und Drehmomente eines 7,5 kW-Drehstrommotors mit Massivläufern aus verschiedenem Material dar und zeigt, daß erhebliche Anfahrmomente herstellbar sind. Für manche Zwecke, z. B. Relais, eignen sich diese Anker daher gut. Bei Lauf sind jedoch aus den erwähnten Gründen sowohl Schlüpfung wie Verluste sehr groß, wobei weiterhin auch die von den Ständerzähnen verursachten Pulsationsverluste eine schädliche Rolle spielen.

Bei der zu beschreibenden Anlaßmethode wollen wir von den Eigenschaften des Transformators mit veränderlicher Frequenz

[1]) Die Herleitung der meisten dieser Beziehungen findet man z. B. bei M. Kloss, „Archiv für Elektrotechnik" 1916, S. 59.

[1]) Vgl. auch M. Dobrowolsky, „ETZ" 1918, S. 1[illegible]

Digitized by Google

Gebrauch machen und uns vorstellen, daß derselbe nicht, wie man es sonst wohl zum Anlassen macht, im Ständerkreis, sondern im Läuferkreis liegt. Die Schaltung ist in Abb. 9

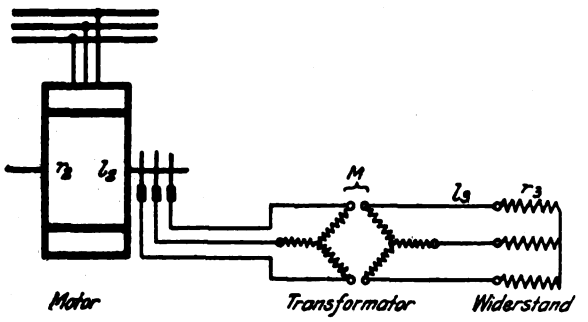


Abb. 9.

dargestellt. Der Sekundärkreis des Motors ist durch einen Transformator mit einem Tertiärkreise verbunden, in den ein erheblicher Widerstand eingeschaltet ist. Im Stillstand besitzt die Läuferwicklung volle Netzfrequenz, so daß der Transformator, dessen Übersetzung wir beliebig nehmen können, nur geringe Wirkung auf die Stromverhältnisse ausübt. Der Widerstand, der jetzt nicht mehr regelbar sein soll, wirkt daher fast so, als ob er durch Leitung an die Schleifringe angeschlossen wäre. Er läßt sich daher so bemessen, daß ein großes Anfahrmoment entsteht. Nahe dem Synchronismus des Motors herrscht jedoch sehr kleine Frequenz im Läuferkreis. Dabei geht die induktive Kopplung durch den Transformator fast verloren, besonders da ja der Widerstand groß gegen die Selbstinduktion ist. In diesem Zustand wirkt also im Läuferkreis fast nur noch der sekundäre Leitungswiderstand, der sehr gering ist, so daß der tertiäre Widerstand als unwirksam oder ausgeschaltet gelten kann. Der scheinbare Ohmsche Widerstand dieser Schaltung ist also selbsttätig abhängig von der Schlupffrequenz. Es ist zwar nicht genau die in Abb. 8 für konstantes Drehmoment erwünschte Art der Abhängigkeit vorhanden, aber doch eine recht ähnliche. Man erkennt dies, wenn man sich nach der bekannten Maxwellschen Formel für den scheinbaren Widerstand

$$R_2 = r_2 + r_3 \frac{(\omega M)^2}{r_3^2 + (\omega l_3)^2} \quad . \quad . \quad (11$$

die ganze Kurve für den Läuferwiderstand, abhängig von der Schlupffrequenz ω aufzeichnet, was in Abb. 10 geschehen ist. Man findet

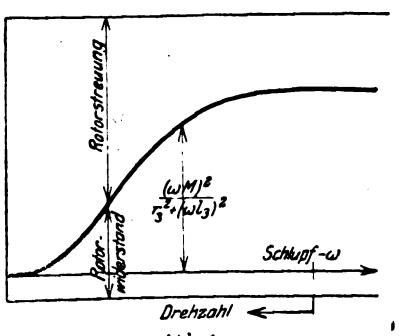


Abb. 10.

dann einen Bereich, in dem der Widerstand in großen Zügen proportional der Schlüpfung ist. Leider besitzt die Anordnung nun aber einen großen Nachteil: außer dem Widerstand ist nämlich auch die Selbstinduktion des Läuferkreises stark variabel. Im Stillstand ist sie zwar recht gering, da der Transformator so bemessen werden kann, daß er nicht viel Induktanz und Magnetisierungsstrom besitzt. Bei Lauf und kleiner Schlupffrequenz, wo die induktive Kopplung zwischen Sekundär- und Tertiärkreis gering wird, kommt jedoch die volle Induktivität des sekundär geschlossenen Transformators zum Sekundärkreis hinzu, da der Tertiärkreis ja jetzt nicht mehr feldschwächend zurückwirkt. Aus der Maxwellschen Formel für die scheinbare Induktivität:

$$L_2 = l_2 - l_3 \frac{(\omega M)^2}{r_3^2 + (\omega l_3)^2} \quad . \quad . \quad (12$$

erkennt man, daß die Läuferstreuung sich in Abb. 10 durch die gleiche Kurve, nur mit einer darüber gelegenen Nullinie darstellen läßt. Die wirksame Läuferstreuung ist daher zwar bei Anlauf gering, bei Lauf jedoch sehr groß, so daß das Kippmoment sehr klein wird. Der Motor läuft infolgedessen gut an, hat aber oben keine Durchzugskraft.

(Fortsetzung folgt.)

Die Mehrphasenkonsonanz.

(Zur Theorie der statischen Frequenzumwandler.)[1])

Von Ing. **Désiré Korda**, Dozent an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.

Übersicht. **Es wird das Prinzip der Mehrphasenkonsonanz aufgestellt, das der Verfasser den statischen, also bewegungslosen Frequenzumwandlern zugrunde legt. Mit diesem Prinzip gelingt es ihm, die Erhöhung der Periodizität bei beliebiger ungeradzahliger Vervielfachung durchzuführen. Der Beweis wird zuerst allgemein bei $2k+1$-facher Frequenzerhöhung analytisch erbracht, dann aber unter der angenäherten Annahme von trapezförmigen Wellen an einem Beispiel von fünffacher Vervielfachung auch elementar-geometrisch. Das Prinzip ist auch allgemein für beliebige (mechanische, akustische usw.) Vibrationen anwendbar, vorausgesetzt, daß die Schwingungskurve nicht rein sinusförmig sei, und daß gleichzeitig eine rasche Dämpfung jene höheren Harmonische, die den ungeraden Vielfachen der verwendeten Phasenzahl entsprechen, in ihrer Wirkung vernachlässigbar macht (z. B. mittels Wirbelströmen bei magnetischer Schwingung oder mittels Reibung bei mechanischer Schwingung usw). Die verwendete, ungerade Phasenzahl tritt als Koeffizient der vollbrachten Frequenzerhöhung hervor.**

Ein Auszug aus dieser Arbeit erschien bereits in Zürich 1916 (Festschrift der Physikalischen Gesellschaft zum Andenken an Prof. Dr. Kläuer). Seither ist ein spezieller Fall der darin angewandten Methode von der Marconi Wireless Telegraph Company und J. Shoenberg in London zum Patent angemeldet worden. Siehe „ETZ" 1918, S. 337.

Zweck dieser Zeilen ist die Veröffentlichung einiger Ergebnisse aus theoretischen Betrachtungen über statische, also bewegungslose Frequenztransformatoren. Eine kurze vorausgehende Darstellung der Entwicklungsstadien dieser Apparate wird wohl willkommen sein.

1. Das Bedürfnis für Frequenzumwandler machte sich erst vor ein paar Jahren fühlbar, als man für den Eisenbahnbetrieb an die Verwendung von Wechselstrom ging. Die Motoren solcher Bahnen erheischen relativ niedrige Frequenzen, normal rd 16 Perioden in der Sekunde, wogegen die Beleuchtungsapparate, u. zw. sowohl Glühlampen als Bogenlampen, bei 50 Per viel ruhiger brennen. Es handelte sich also da um die Verdreifachung der Periodenzahl.

Seither kamen noch die Bedürfnisse der drahtlosen Telegraphie hinzu. Für die Zwecke der Radiotelegraphie verwendet man bekanntlich Hochfrequenzströme, deren Periodizität 30 000 oder gar 100 000 für 1 s übersteigen. Nun ist bei gewöhnlichen Wechselstromerzeugern die erreichbare Periodizität durch die Umfangsgeschwindigkeit sowie durch die ausführbare Polzahl so beschränkt, daß die Verwirklichung obiger Zahlen sehr großen Schwierigkeiten begegnet.

Verfasser dieser Zeilen hatte Gelegenheit, in einer im Jahre 1893 veröffentlichten Arbeit[2]) zu zeigen, wie man mittels einfacher Anordnung die Periodizität verdreifachen kann, ohne die Umdrehungs- und Polzahl der Maschine zu ändern. Dies kann man dadurch erreichen, daß man bei einem mit Drehfeld erregten Drehstromgenerator die Drehrichtung des magnetischen Drehfeldes, das im Rotor, welcher mit der Geschwindigkeit ω rotiert, induziert wird und darin sich mit einer relativen Geschwindigkeit -2ω dreht, umkehrt, u. zw. einfach dadurch, daß man in einem Hilfsanker, der auf derselben Welle befestigt ist wie der Hauptanker, zwei der Stromphasen kreuzt. Hierdurch wird die Feldgeschwindigkeit im Raume um den Hilfsrotor $\omega + 2\omega = 3\omega$ anstatt der vorherigen, die $\omega - 2\omega = -\omega$ war, und veranlaßt in einer stillstehenden Spule, also im Stator, die Erzeugung eines induzierten Stromes, dessen Periodizität dreimal größer ist als jene des Erregerstromes. Dieser Vorgang wurde seither auch in der Praxis benutzt, u. zw. mit unabgeänderter Anordnung durch Ing. Bethenod (1911) in Paris und mit induktiver Anordnung durch Goldschmidt (1911) bei den bekannten Hochfrequenzmaschinen, die sich in der Radiotelegraphie bewährt haben.

Der bekannte französische Elektrotechniker Marius Latour stellte in einer Arbeit über industrielle Erzeugung von Hochfrequenzströmen[2]) die Tatsache fest, daß weder in bezug auf Gewichtsersparnis, noch in bezug auf Nutzeffekt die Goldschmidtsche Anordnung einen Fortschritt gegenüber der Bethenodschen bedeutet. Hierbei erwähnt er, daß er schon im Jahre 1904 von Major Ferrié, Begründer der radiotelegraphischen Station am Eiffelturm, als Mitarbeiter zur Lösung desselben Problems aufgefordert wurde und beide das obige Prinzip verwirklichen wollten. Er bemerkt dann: „au moment, ou nous allions nous intéresser à son exploitation, on nous signale l'existence de certaines antériorités — (er meint damit unter anderen meine oben zitierte Veröffentlichung vom Jahre 1893) — et nous ne donnâmes pas de suite à nos recherches."

2. Seither haben andere die Lösung des Problems noch mehr vereinfacht, indem sie die Verdoppelung oder Verdreifachung der Periodizität eines Wechselstromes nicht auf dynamischem Wege, sondern in ruhenden Apparaten, in sogenannten „statischen" Frequenzumwandlern bewerkstelligen.

Der erste, dem dies gelungen ist, war Prof. Epstein (1902), Direktor der Elektrizitätsgesellschaft Lahmeyer in Frankfurt a. M. Sein Umwandler[1]) verdoppelt die Periodizität des zugeführten Primärstromes.

In die Praxis wurde sein Prinzip einerseits von Graf v. Arco[3]), anderseits von Ing. Joly[4]) in Paris und von Prof. Vallauri[5]) in Neapel eingeführt. Alle diese Apparate arbeiteten mit Einphasenstrom. Drehstromapparate führten seither mittels ähnlichen Prinzipes aus Spinelli[6]) und schon vor ihm Taylor[7]), beide in der Weise, daß sie gleichzeitig den Drehstrom in Einphasenstrom umwandelten.

Die Methode von Epstein beruht auf folgendem Prinzip: Auf dem Eisenkern eines Transformators werden zwei Spulen angebracht. In die eine wird Gleichstrom von einer solchen Intensität eingeführt, daß der mit kleinem Querschnitt versehene Eisenkern stark gesättigt wird. In die andere Spule kommt Wechselstrom von n Per für 1 s. Jene Halbwelle des letzteren, die mit dem Gleichstrom gleiche Richtung hat, kann den magnetischen Induktionsfluß des gesättigten Eisenkerns nur

---

[1]) Vorgetragen in der Physikalischen Gesellschaft in Zürich am 7. V. 1918.

[2]) D. Korda, „Verdreifachung der Wechselzahl von Sinusströmen", „ETZ" 1893, S. 585, und „Comptes Rendus de l'Académie des Sciences", Paris, Bd. 116.

[2]) M. Latour, „Lumière Electrique", Paris, 22. VI 1907, S. 388.

[1]) D. R. P. Nr. 149761 (1902).

[3]) Graf von Arco, Vortrag gehalten auf der Naturforscherversammlung in Münster 1911, und Dr. Zenneck, „Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie", Stuttgart 1913, S. 57.

[4]) „Comptes Rendus de l'Académie des Sciences", Bd. 152, 1911, S. 689.

[5]) „Atti della Associazione Elettrotecnica Italiana", Bd. 15, 1911, S. 501.

[6]) „Elettricista" 1912, S. 215.

[7]) „Journal of the Institution of Electrical Engineers", London 1914, S. 700.

Digitized by Google

sehr schwach verstärken (Abb. 1), wogegen die nächste, entgegengesetzt gerichtete Halbwelle eine um so bedeutendere Schwächung desselben verursacht. Als Ergebnis hat man in der ersten Halbperiode eine sehr verflachte Kurve, hingegen in der zweiten eine

Abb. 1.

sehr spitze Kurve für den Induktionsfluß. Wenn wir somit zwei solche Apparate mit in Reihe geschalteten Primärspulen und entgegengesetzt geschalteten Sekundärspulen verwenden, erhalten wir im Sekundärkreis einen Strom von der Periodenzahl $2n$ für 1 s. Wir haben also mit Hilfe der erwähnten unsymmetrischen, magnetischen Anordnung erreicht, daß die ursprüngliche Periodenzahl verdoppelt wurde.

Graf v. Arco hat mit dieser Anordnung einen Strom von 7500 Per/s (Wellenlänge $\lambda = 40\,000$ m) in einen solchen von 15 000 Per mit einem Nutzeffekt von 85% und bei einer zweiten Umwandlung bis 30 000 Per mit rd 60% Nutzeffekt umgewandelt.

3. Ändern wir nun die Anordnung in der Weise, daß der Eisenkern des Transformators nicht nur für die eine Halbwelle, sondern kontinuierlich sowohl für die positive als für die negative Halbwelle gesättigt wird, hingegen in einem zweiten Transformator derselbe stets weit von der Sättigung bleibt, dann wird der Induktionsfluß im ersten Transformator einer verflachten periodischen Kurve entsprechen, hingegen im zweiten einer spitzen Kurve. Die Differenz der gleichzeitigen Ordinaten dieser beiden Kurven ändert sich nach einer periodischen Kurve von der Periodizität $3n$, zeigt also 3-mal so große Frequenz als der ursprüngliche Primärstrom (Abb, 2). Hierauf basiert der Frequenztriplikator von Joly[1]).

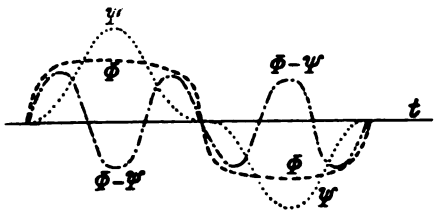


Abb. 2.

Da der Gesamt-Primärstromkreis, den beide Transformatoren bilden, unter einer sinusförmigen, aufgeprägten EMK steht, so gibt die Summe der gleichzeitigen Ordinaten beider Kurven selbstverständlich ebenfalls einen sinusförmigen, magnetischen Kraftlinienfluß, aber nur von der Periodizität n, wogegen die Differenz eine solche von der Periodizität $3n$ aufweist.

Bei der Spinellischen und Taylorschen Drehstromanordnung wird zur Sättigung kein Gleichstrom verwendet, sondern nur schwach dimensionierter Eisenquerschnitt. Gleichzeitig wird der gesättigte Transformator durch eine gesättigte Induktionsspule ersetzt. In jede der drei Phasen kommt eine solche gesättigte Selbstinduktionsspule, wobei Spinelli für die drei Primärphasen Sternschaltung, Taylor hingegen Dreieckschaltung verwendet.

4. Ich habe nun versucht, die Theorie dieser Apparate festzustellen und untersucht, ob es möglich wäre, unter Verallgemeinerung der bisherigen Anordnungen die Frequenz in einer einzigen Umwandlung mit einem beliebigen, ganzzahligen Faktor zu multiplizieren. Dies gelang mir tatsächlich für ungerade Zahlen als Faktor. Folgende Betrachtungen, die auch als Grundlage für die Theorie der in Frage stehenden Apparate dienen können, führte mich zu diesem Ergebnis[1]).

Schicken wir die Sinusströme eines Mehrphasengenerators von ungerader, also $2k+1$ Phasenzahl in die entsprechenden $2k+1$ Primärspulen eines normalen Transformators, dann wird im Eisenkern des letzteren der dort hervorgebrachte, totale, magnetische Induktionsfluß fortwährend Null sein, ebenso wie dies bekanntermaßen im gemeinsamen, neutralen Punkt der Mehrphasenleitungen für die Stromintensität der Fall ist, entsprechend dem Kirschhoffschen Gesetz. Für magnetische Induktionsflüsse kann dies ebenfalls einfach bewiesen werden, da die Sinussumme für phasenverschobene Winkel in einem geschlossenen Polygon bekanntlich Null ist. Addieren wir nämlich die $2k+1$ Phasen:

$$\left.\begin{aligned} \Phi_1 &= \Phi_0 \sin \omega t \\ \Phi_2 &= \Phi_0 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{2k+1}\right) \\ \Phi_{2k+1} &= \Phi_0 \sin\left(\omega t - 2k\frac{2\pi}{2k+1}\right) \end{aligned}\right\} \quad (1$$

wo Φ_0 die Amplitude der Schwingung und $\omega = \frac{2\pi}{T}$ die Kreisfrequenz bedeuten für die Periodendauer T, so erhalten wir folgende Summe:

$$\left.\begin{aligned} &\Phi_1 + \Phi_2 + \ldots + \Phi_{2k+1} \\ &\quad = \Phi_0 \sum_{n=0}^{n=2k} \sin\left(\omega t - n\frac{2\pi}{2k+1}\right) \\ &= \Phi_0 \sin \omega t \left(1 + \sum_{n=1}^{n=2k} \cos n\frac{2\pi}{2k+1}\right) \\ &\quad - \Phi_0 \cos \omega t \sum_{n=1}^{n=2k} \sin n\frac{2\pi}{2k+1} \end{aligned}\right\} \quad (2$$

$$\left.\begin{aligned} \Phi_1(\omega t) &= \Phi_{01}\sin(\omega t + \varphi_1) + \Phi_{03}\sin 3(\omega t + \varphi_3) + \ldots \\ &\qquad + \Phi_{0(2k+1)}\sin\overline{2k+1}(\omega t + \varphi_{2k+1}) + \ldots \\ \Phi_2(\omega t) &= \Phi_{01}\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_1\right) + \Phi_{03}\sin 3\left(\omega t - \frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_3\right) + \ldots \\ &\qquad + \Phi_{0(2k+1)}\sin\overline{2k+1}\left(\omega t - \frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_{2k+1}\right) + \ldots \\ &\text{usw.} \\ \Phi_{2k+1}(\omega t) &= \Phi_{01}\sin\left(\omega t - 2k\frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_1\right) + \Phi_{03}\sin 3\left(\omega t - 2k\frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_3\right) + \ldots \\ &\qquad + \Phi_{0(2k+1)}\sin\overline{2k+1}\left(\omega t - 2k\frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_{2k+1}\right) + \ldots \end{aligned}\right\} \quad (5$$

$$\left.\begin{aligned} \sum_{\nu=1}^{\nu=2k+1}\Phi_\nu(\omega t) &= \Phi_{01}\sum_{\nu=0}^{\nu=2k}\sin\left(\omega t - \nu\frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_1\right) + \\ &\quad + \Phi_{03}\sum_{\nu=0}^{\nu=2k}\sin 3\left(\omega t - \nu\frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_3\right) + \ldots \\ &\text{usw.} \\ &\quad + \Phi_{0(2k+1)}\sum_{k=0}^{\nu=2k}\sin\overline{2k+1}\left(\omega t - \nu\frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_{2k+1}\right) + \ldots \end{aligned}\right\} \quad (6$$

Da nun für die Zentriwinkel des $2k+1$-seitigen Polygons, wie leicht ersichtlich:

$$\left.\begin{aligned} \sin\frac{2\pi}{2k+1} &= -\sin 2k\frac{2\pi}{2k+1} \\ \sin 2\frac{2\pi}{2k+1} &= -\sin\overline{2k-1}\frac{2\pi}{2k+1} \end{aligned}\right\} \quad (3$$

usw., so verschwindet die ganze Summe, da ihre $2k$ Glieder paarweise verschwinden.

Ähnlich ersieht man, daß die obige cos-Summe $= -1$, daß also der Ausdruck unter der Klammer ebenfalls verschwindet.

Wir haben somit für reine Sinusfunktionen:

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \ldots + \Phi_{2k+1} = 0 \quad . \quad . \quad (4$$

5. Wenn es nun gelingt, in irgend einer Weise die Sinuskurve zu verflachen mittels Einführung entsprechender, oberer Harmonischen, dann wird die Summe der $2k+1$ Phasen nicht mehr fortwährend Null sein. Dies werden wir hier zu beweisen haben. Solche verflachte Kurven erhalten wir für den magnetischen Induktionsfluß, wenn der Eisenkern des verwendeten Transformators infolge schwach gewählten Querschnittes eine starke Sättigung erfährt.

Um nun die Summe der gleichzeitigen Ordinaten der $2k+1$ Phasenkurven für jeden Augenblick bestimmen zu können, stellen wir die flache Kurve mittels einer Fourierschen Reihe dar.

Wir müssen hierbei bedenken, daß es sich um Kurven handelt, bei denen die positive Halbwelle das symmetrische Bild der negativen Halbwelle ist und anderseits sowohl die eine, wie die andere aus zwei symmetrischen Viertelwellen besteht. In solchen Fällen verbleiben bekanntlich in der Fourierschen Reihe nur die Sinusglieder und auch nur jene von ungerader Indexzahl.

Infolge all dieser Umstände können die Reihen, welche die $2k+1$ Phasen des magnetischen Induktionsflusses darstellen, in folgender Weise geschrieben werden, vorausgesetzt noch, daß

$$\Phi_{01}, \Phi_{03}, \ldots \Phi_{0(2k+1)} \ldots$$

die konstanten Koeffizienten der entsprechenden Glieder, also die Amplituden der bezüglichen höheren harmonischen Funktionen, bezeichnen (Formel 5):

Wir können nun untersuchen, ob die Summe der gleichzeitigen Werte dieser Phasen von Null verschieden ist und, wenn dies zutrifft, durch welche Funktion sie dargestellt werden kann.

Wir summieren kolonnenweise und erhalten folgendes Ergebnis (Formel 6):

Hier hat nun die Summe, welche den Faktor der Amplitude $\Phi_{0(2k+1)}$ bildet,

$$\sum = \sum_{\nu=0}^{\nu=2k}\sin\overline{2k+1}\left(\omega t - \nu\frac{2\pi}{2k+1} + \varphi_{2k+1}\right), \quad (7$$

die Eigenschaft, daß ihre sämtlichen $2k+1$ Summanden einander gleich sind, denn bei jedem enthält der Winkel als teilweise Phasenverschiebung ein ganzzahliges Vielfaches von 2π. Es kommt nämlich sowohl im Zähler als im Nenner dieselbe Zahl $2k+1$ vor, und die Wirkung hebt sich gegenseitig auf. Wir haben also mit Sinusfunktionen von Winkeln zu tun, die sich nur um Vielfache von 2π voneinander unterscheiden, sie sind also untereinander

[1]) „Comptes Rendus de l'Academie des Sciences", Paris. Bd. 15[illegible]12, S. [illegible]50.

[1]) Ungarische Akademie der Wissenschaften, Sitzung der 3. Klasse am 18. XII. 1915.

Digitized by Google

gleich, und die Summe kann geschrieben werden:

$$\Sigma = (2k+1)\sin\overline{2k+1}\,(\omega t + \varphi_{2k+1}) \quad (8$$

Dagegen verschwinden sämtliche andere Summen, welche die Faktoren der übrigen Φ_{01}, Φ_{03} ... usw. Amplituden bilden, denn deren jede besteht aus Sinuswerten von Winkeln, die um gleiche Bruchteile von 2π voneinander verschieden sind und einem geschlossenen Polygon als Zentriwinkel entsprechen.

Eine Ausnahme bilden nur jene Summen, welche den ungeradzahligen Vielfachen von $2k+1$ als Index entsprechen, also Faktoren der Amplituden $\Phi_{0\,2\nu+1)(2k+1)}$ sind. Bei den Schwingungen aber, die uns hier beschäftigen, ist der Einfluß dieser Glieder ganz vernachlässigbar, denn z. B. im Falle von 11 Phasen am Generator hat oberhalb der Grundschwingung die erste, obere Harmonische des magnetischen Induktionsflusses 33-mal höhere Frequenz als der Primärstrom, kann also schon wegen der Foucaultströme neben der Grundschwingung nicht zur Geltung kommen.

Wir haben also hiermit den Beweis erbracht, daß im Falle von nicht sinusförmigen Kurven, d. h. solchen, die durch obere Harmonische verzerrt sind, die Summe der $2k+1$ Phasen anstatt stets zu verschwinden, durch folgende Funktion dargestellt werden kann:

$$\sum_{\nu=1}^{\nu=2k+1} \Phi_\nu(\omega t)$$

$$= (2k+1)\Phi_{0(2k+1)}\sin\overline{2k+1}\,(\omega t + \varphi_{2k+1}) \quad (9$$

Wir erhalten also für 1 Phase folgenden Kraftlinienfluß Φ_s im gesättigten Eisenkern:

$$\Phi_s = \Phi_{0(2k+1)}\sin\overline{2k+1}\,(\omega t + \varphi_{2k+1}) \quad (10$$

Dies ist nun, wie wir sehen, eine einphasige Sinusfunktion, deren Periodizität $2k+1$-mal größer ist als jene der ursprünglichen, mehrphasigen sinusförmigen Primärspannung, aus der sie hervorgeht.

Es gelang uns also, festzustellen, daß die Umwandlung von Mehrphasenströmen ungerader $2k+1$ Phasenzahl in Einphasenstrom mittels Summierung mit Hilfe eines gesättigten Transformators als Ergebnis zu einem Sinusstrom führt, dessen Periodenzahl für 1 s $2k+1$ mal größer ist als jene der transformierenden Ströme.

Im Endergebnis erscheint also die ungerade Phasenzahl als Koeffizient der vollbrachten Frequenzerhöhung.

6. Unser Resultat ist noch von einem anderen Gesichtspunkt aus bemerkenswert. Bekanntlich kann man aus einer durch obere Harmonische verzerrten Kurve, z. B. aus der Stromkurve eines Lichtbogen-Stromkreises, eine n^{te} Harmonische mittels Resonanz herausheben dadurch, daß man mit Hilfe einer der Thomsonschen Formel entsprechenden Kapazität und Induktivität die Eigenschwingung des Stromkreises auf die betreffende Periodenzahl n bringt. Es ist dies die wohlbekannte Methode für die Analyse von harmonischen Schwingungen.

Die von uns betrachtete Anordnung verwirklicht eine analoge Resonanzerscheinung, aber mit anderen Mitteln, namentlich ohne Kapazität, indem hier die $2k+1$-mal höhere Harmonische von $2k+1$ verzerrten, sonst aber bis auf die Phasenverschiebung gleichen Kurven mit Hilfe eines gesättigten Transformators im Sekundärstromkreis herausgewählt wird.

Mathematisch genau haben wir es wohl nicht mit einer präzisen Resonanzerscheinung zu tun, da ja die ungeradzahligen Vielfachen von $2k+1$ als Indexe der nicht verschwindenden oberen Harmonischen in der resultierenden Reihe, wie oben (5) erwähnt, weiter bestehen. Letztere verlieren aber in den physikalischen Anwendungen ihre Bedeutung infolge von Energie verzehrenden Erscheinungen, wie z. B. Foucault-Strömen in den Blechen der Eisenkerne der verwendeten Transformatoren, so daß ihr Einfluß dadurch ganz vernachlässigbar wird. Trotzdem möchten wir unsere Methode nicht als genaue Resonanz-, sondern als Konsonanzmethode und die ihr zugrunde liegende Erscheinung als Mehrphasenkonsonanz bezeichnen.

Diese Theorie erscheint uns auf jede Schwingungsart allgemein anwendbar, also auch in der Mechanik, Akustik usw., vorausgesetzt, daß die Schwingungskurve, die sonst sinusförmig wäre, mittels höherer Harmonischer verflacht oder spitzenförmig gestaltet werden kann, und daß anderseits infolge von Energie verzehrenden Erscheinungen, wie Reibung usw. die höchsten Harmonischen, welche den ungeraden Vielfachen der Phasenzahl in der Fourier-Reihe entsprechen, nicht zur Geltung kommen können.

In der Akustik würde es sich z. B. um elektrisch erregte, phasenverschobene Stimmgabeln handeln, deren Amplitude durch eine Art von Bremsung oder mechanische Hindernisse so gehemmt wäre, daß dadurch höhere Harmonische in die Schwingungskurve eintreten können. Die Degradation wird durch die Hörbarkeitsgrenzen des menschlichen Ohres besorgt. In diesem Falle wäre also das Ergebnis ein der Frequenzerhöhung entsprechend höherer Ton.

Es läge nahe, die Anwendung dieses Prinzipes auch auf Strahlungsbeispiele auszudehnen. Leider wissen wir aber auf diesem Gebiet nichts von der Form der Schwingungskurven und noch weniger, wieso man in diesem Falle eine Verzerrung der Sinusschwingung der Wärme- oder Lichtstrahlen herbeiführen könnte, um dann z. B. erstere in letztere durch entsprechende Frequenzerhöhung mittels der Mehrphasenkonsonanz überzuführen, wobei die Degradation die Unvollkommenheit des menschlichen Auges zu bewirken hätte!

7. Wenn wir zum Speisen der Primärspulen des Transformators anstatt einen Generator von ungeraden $2k+1$ Phasen einen solchen von gerader Phasenzahl $2k$ benutzt hätten, dann würden wir ein ganz anderes Resultat erhalten haben. In diesem letzteren Falle verschwinden nämlich in der Reihe (6) ausnahmslos die Koeffizienten sämtlicher Amplituden. Tatsächlich gelangen wir anstatt zu (7) zu folgender Summe Σ:

$$\sum = \sum_{\nu=0}^{\nu=2k} \sin\overline{2k+1}\left(\omega t - \nu\frac{2\pi}{2k} + \varphi_{2k+1}\right) \quad (11$$

und, nachdem bei unseren Fällen in der Fourier-Reihe nur die Glieder mit ungerader Indexzahl bestehen, enthalten die Winkelgrößen jedesmal für 2π eine ungerade Zahl im Zähler und eine gerade Zahl im Nenner, die sich also diesmal gegenseitig nicht aufheben können. Eine Vereinfachung des Ausdruckes so wie in (7) ist also hier nicht durchführbar, infolgedessen verschwindet auch die Sinussumme (11).

Hieraus folgt, daß bei gerader Phasenzahl die Methode versagt, denn der resultierende Kraftlinienfluß, der im Eisenkern auftritt, wird beständig Null ganz so, wie es bei reinen Sinusströmen der Fall gewesen wäre.

Mithin ist die Verwendung von gerader Phasenzahl für die Zwecke der Frequenzerhöhung bei unserer Anordnung nicht geeignet.

8. Die Dynamomaschinen, welche wir zum Speisen solcher Umwandler benutzen, liefern normal sinusförmige Spannungen an den Klemmen der Apparate, infolgedessen können wir den gesättigten Transformator nicht ohne weiteres an die Maschine anschalten, sondern entweder, wie Taylor und wie Spinelli, unter Dazwischenschalten von Induktionsspulen oder aber, was noch vorteilhafter erscheint, in der von Joly angegebenen Art, indem man einen zweiten Transformator, dessen Eisenkern von der Sättigung weit entfernt ist, mit dem gesättigten in Reihe schaltet. In diesem Falle haben wir es mit flachen Kurven und entsprechenden $\Phi_{(\omega t)}$ periodischen Funktionen zu tun zur Veranschaulichung des magnetischen Induktionsflusses im gesättigten Transformator, anderseits aber mit spitzenförmigen Kurven und entsprechenden $\Psi_{(\omega t)}$ Funktionen für den nicht gesättigten Transformator.

Laut Definition ist die Summe dieser beiden Funktionen eine einfache Sinuskurve, die das Gesetz der Änderung der Klemmenspannung darstellt. Man hat also für jede Phase:

$$\Phi(\omega t) + \Psi(\omega t) = \Phi_0 \sin\omega t \quad . \quad (12$$

Hieraus folgt:

$$\Psi(\omega t) = \Phi_0 \sin\omega t - \Phi(\omega t) \quad . \quad (13$$

Wenn wir dies auf sämtliche $2k+1$ Phasen anwenden und die erhaltenen $2k+1$ Gleichungen addieren, dann erhalten wir als erstes Glied der rechten Seite eine Sinussumme, von der wir gemäß (4) wissen, daß sie verschwindet. Anderseits ist die Summe, welche dem negativen zweiten Gliede entspricht, der unter (9) erhaltene Ausdruck. Letzterer ist also gleich, aber von entgegengesetztem Vorzeichen als die Summe, welche auf der linken Seite von (13) entsteht, so daß

$$\sum_{\nu=1}^{\nu=2k+1} \Psi_\nu(\omega t) = -\sum_{\nu=1}^{\nu=2k+1} \Phi_\nu(\omega t) \quad . \quad (14$$

Dies bedeutet, daß der magnetische Induktionsfluß, welcher aus der Summe der nach spitzenförmigen Kurven sich ändernden Phasen hervorgeht, dasselbe Gesetz befolgt — aber in entgegengesetztem Sinne — wie jener, welcher den flachen Kurven entspricht.

Wir können also betonen, daß bei den beiden in Reihe geschalteten Transformatoren, u. zw. sowohl bei dem gesättigten als bei dem andern, der von der Sättigung noch weit entfernt ist, die Umwandlung der $2k+1$-phasigen Primärströme in einen einzigen Einphasen-Sekundärstrom zu einer Frequenzerhöhung führt, u. zw. ist der Faktor der Frequenzmultiplikation $= 2k+1$, also gleich der verwendeten Phasenzahl.

Da der Sekundärstrom des ersten Transformators um 180° in der Phase verschoben ist gegenüber jenem des zweiten Transformators, so muß man die beiden Sekundärspulen nicht in Reihe, sondern gegeneinanderschalten, damit sie ihre Wirkungen nicht gegenseitig aufheben (Abb. 3).

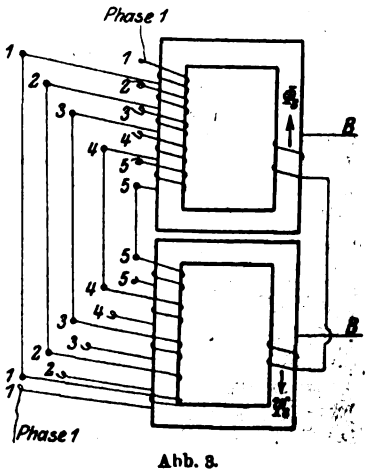


Abb. 3.

Endlich können wir aus (12) sofort folgern, daß die oberen Harmonischen, welche in den Fourier-Reihen der Funktionen Φ und Ψ vorkommen, in beiden mit denselben Amplituden und Phasenwinkeln, aber mit entgegen-

Digitized by Google

gesetzten Vorzeichen behaftet sind. Deshalb verschwinden dieselben aus der Summe der beiden Funktionen, so daß als Ergebnis der Addition nur die Grundwelle $\Phi_0 \sin \omega t$ erhalten bleibt.

Man kann sich mittels einfacher Konstruktion davon überzeugen, daß solche obere Harmonische, mit dem einen Vorzeichen behaftet, die Grundwelle verflachen und mit dem entgegengesetzten Vorzeichen behaftet, dieselbe spitzenförmig gestalten. Wir haben es hier mit einer ähnlichen Beziehung zu tun, wie jene, welche zwischen dem magnetischen Induktionsfluß und der entsprechenden EMK oder noch allgemeiner zwischen einer periodischen Funktion und deren Differentialquotienten besteht. Wenn die eine mittels flacher Kurven dargestellt werden kann, entspricht der anderen eine spitzenförmige Kurve. Nur bei der Sinuslinie als Grundwelle, welche infolge von Abwesenheit oberer Harmonischen die Grenze bildet, hat der Differentialquotient — eine Kosinuslinie — eine ungeänderte Form. Sie kann also als Grenzform weder als flach noch als spitzenförmig bezeichnet werden.

9. Zum Schlusse wollen wir noch an einem Beispiel einen Elementarbeweis des unter (5) festgestellten, allgemeinen Satzes liefern, bei der vereinfachenden Voraussetzung, die eine noch ziemlich gute Annäherung erlaubt, daß nämlich jede Halbwelle der zu behandelnden flachen Phasenkurve mit einem symmetrischen „Trapez" dargestellt werden kann. In diesem Falle brauchen wir keine Zuflucht zu Fourier-Reihen zu nehmen, sondern können mittels einfachen, unmittelbaren Konstruierens die Kurve aufzeichnen, welche der Summe der Phasen entspricht.

Wir wählen als Beispiel die Verwendung eines Fünfphasengenerators. In der Praxis kann ja die Anzahl der Phasenleitungen, welche Generatoren und Transformatoren verbinden, so wie so nur beschränkt sein, damit die ganze Anordnung nicht viel zu kompliziert werde. Die Verwendung von 9 oder 11 Phasen, namentlich bei größeren Leistungen, liefert schon einen genügend annehmbaren Koeffizienten für die Frequenzerhöhung. Es wäre infolge der nötigen Anzahl von Leitungen nicht empfehlenswert, mit der Phasenzahl noch höher zu gehen.

Die Basislänge des gewählten Trapezes (Abb. 4) sei die halbe Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ und seine Höhe der Wert Φ_s des Induktionsflusses, der der magnetischen Sättigung entspricht. Behufs Vereinfachung nehmen wir noch an, daß

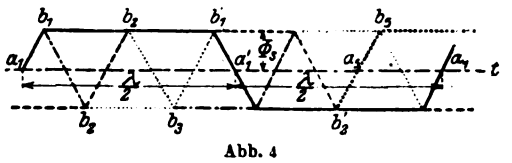


Abb. 4

wir den Grad der Sättigung so gewählt haben, damit bei dem entsprechenden Werte Φ_s desselben zwei gegeneinander geneigte, schiefe Seiten der beiden zu Nachbarphasen gehörenden Trapeze sich nicht innerhalb des Trapezes schneiden sollen, sondern auf der Geraden $y = \Phi_s$, die also mit der Abszissenachse im Abstande Φ_s parallel läuft, so daß die oberen Spitzen b, b' des Trapezes $a\,b\,b'\,a'$ gleichzeitig die Schnittpunkte der erwähnten schiefen Seiten bilden.

Untersuchen wir nun die Summe der gleichzeitigen Ordinaten der 5 (oder allgemein $2k+1$) Trapeze, u. zw. vorerst in den Punkten b, wo alle 5 (allgemein $2k+1$) Ordinaten gleich groß sind, nämlich $= \pm \Phi_s$ und dann an den sonstigen Stellen, wo infolge der schiefen Seite eine der Ordinaten kleiner ausfällt als Φ_s, wogegen die anderen 4 (allgemein $2k$) Ordinaten da auch $= \pm \Phi_s$ bleiben.

Spezialpunkte des zweiten Falles bilden die $\underline{a}$ Schnittpunkte der schiefen Trapezseiten auf der Abszissenachse, wo also der Wert der entsprechenden Ordinate $= 0$ ist, wobei an gleicher Stelle 2 (allgemein k) gleiche Ordinaten Φ_s der positiven Halbwellen und 2 (allgemein $2k$) Ordinaten $-\Phi_s$ der negativen Halbwellen einander gegenüberstehen. An diesen Stellen verschwindet also die Summe der 5 (oder $2k+1$) gleichzeitigen Ordinaten.

An den $\underline{b}$ Punkten existieren einerseits 3 (oder $k+1$) gleiche Ordinaten Φ_s und anderseits 2 (oder k) entgegengesetzte Ordinaten $-\Phi_s$. Die resultierende Summe hat also an diesen Punkten den Wert

$$(k+1)\,\Phi_s - k\,\Phi_s = \Phi_s$$

und bedeutet die Amplitude, welche dem dortigen Wellenbauch (Wellenberg oder Wellental) entspricht.

Für die Punkte, welche zwischen $\underline{a}$ und $\underline{b}$ fallen, bestehen dieselben Verhältnisse wie für die Punkte $\underline{a}$. Einerseits haben wir $\underline{k}$ positive Ordinaten Φ_s, anderseits eine gleiche Anzahl negativer Ordinaten $-\Phi_s$, so daß die Summe der $2k+1$ Ordinaten für diese Stellen einzig und allein durch die Ordinate des entsprechenden Punktes der schiefen Trapezseite dargestellt wird.

Im Endergebnis gibt die Zickzacklinie $a_1\,b_1\,b_2\,b_2\,b_3\,b_1'\,\ldots$, welche die schiefen Trapezseiten bildet, den geometrischen Ort für die Summe der gleichzeitigen Ordinaten der $2k+1$ Phasenkurven, wenn diese aus trapezförmigen Halbwellen bestehen, und diese Linie besitzt, wie aus der Abbildung ersichtlich, 5 (bzw. $2k+1$)-mal größere Periodizität als die Ausgangskurven.

Wenn wir statt $2k+1$ eine gerade Phasenzahl $2k$, beispielsweise einen 6-phasigen Strom, verwendet hätten (Abb. 5), dann hätten

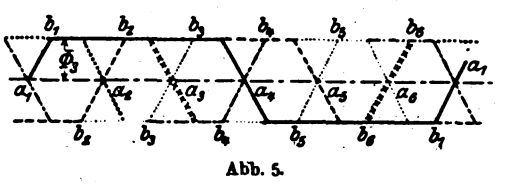


Abb. 5.

wir es in allen Punkten ohne Ausnahme mit k (bzw. 3) positiven Ordinaten Φ_s und mit ebensoviel negativen Ordinaten $-\Phi_s$ zu tun, so daß die Summe überall im Sinne von $k(\Phi_s - \Phi_s) = 0$ verschwindet. Die gerade Phasenzahl wäre also bei der in Frage stehenden Anordnung ungeeignet für Phasenmultiplikation mittels des Prinzipes der Mehrphasenkonsonanz.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Luftamt und Funkentelegraphie.

Letzthin zeigten die Zeitungen die Errichtung eines Luftamtes an. Damit ist der erste bedeutungsvolle Schritt getan, das bisherige Kriegsflugwesen in den Dienst der Friedensarbeit zu stellen. Das Flugzeug wird nunmehr in Wettbewerb mit Eisenbahn, Schiff und Kraftwagen treten und im nationalen wie internationalen Verkehr eine gewisse Rolle spielen. Zeit, Geschwindigkeit und freie Bahn sind die Vorteile des Flugzeuges, und bei den gewaltigen, technischen Fortschritten ist bereits seit 2 Jahren aus dem Schönwetterfliegen ein Fliegen bei jedem Wetter geworden; das zeigten zur Genüge unsere Heeresberichte. Eben dieses Fliegen bei Tag und Nacht, bei Wolken und Nebel ist aber die Vorbedingung, wenn die Fliegerei für postalische und kommerzielle Zwecke praktische Bedeutung haben soll und finanziell wirksam mit den bisherigen Transportmitteln in Wettbewerb zu treten gedenkt. Hierzu hat die Funkentelegraphie dieselbe Bedeutung für die Luftfahrt erlangt, wie das Signalwesen und der Drahttelegraph für die Eisenbahn und die Leuchtfeuer und Funkentelegraphie für die Seeschiffahrt.

Wie soll das Flugzeug in Nacht, Nebel und Wolken ohne Bodensicht seinen Bestimmungsort finden? Diese Aufgabe löst es mittels funkentelegraphischer Peilung. In allen größeren Städten und Flughäfen aller Länder werden drahtlose Sendestationen errichtet werden, die ständig mit einer bestimmten Wellenlänge einen Kennbuchstaben funken, z. B. Berlin ein B, Paris ein P, Konstantinopel ein K usw. Mittels eines einfachen Peilapparates ist nunmehr der Flugzeugführer in der Lage, seine jeweilige Flugrichtung und seinen Standort genau nach diesen Sendestationen in der Karte festzulegen. Aber nicht nur zur Ortsbestimmung dient der Funkentelegraph, sondern es kann jederzeit auf Hunderte von Kilometern von Flugzeug zu Flugzeug und vom Flugzeug zum Erdboden oder mit Schiffen, ja selbst mit fahrenden D-Zügen und Kraftwagen, wenn sie mit entsprechenden Empfangsanlagen ausgerüstet sind, eine drahtlose Telegraphie oder Telephonie hergestellt werden.

Flugtechnik und drahtlose Telegraphie haben durch den Krieg gewaltige Fortschritte gemacht, beide haben als gemeinsames Arbeitsfeld das Luftmeer, beide kennen keine Entfernung und keine terrestrischen Hindernisse mehr, beide werden dem künftigen Verkehr ihr besonderes charakteristisches Gepräge aufdrücken. Soweit der Krieg in der Güte und Leistung des Gerätes einen Vergleich zuließ, haben wir gegenüber unseren bisherigen Feinden in der technischen Entwicklung einen Vorsprung. Die Gründung des Luftamtes läßt hoffen, daß durch sofortige tatkräftige Arbeit und Unterstützung der einschlägigen Behörden und Industrie durch die neue Regierung dieser Vorsprung erhalten bleibt. Niemann.

Telephonie ohne Draht in Spanien.

[Journal Télégraphique, Bd. 42, S. 128.]

„Electrical Review" berichtet vom 10. V. 1918, daß die spanischen Handelsschiffe „Jaime I" und „Raimundo Lulio" mit Einrichtungen für Radiotelephonie versehen worden sind. Die Nummer derselben Zeitschrift vom 31. Mai bringt die Nachricht, daß die in der Zwischenzeit auf eine Entfernung von etwa 285 km angestellten Versuche zufriedenstellende Ergebnisse geliefert haben, und daß gegenwärtig noch andere Schiffe in Bilbao und Barcelona ausgerüstet werden. Die Lieferer der Einrichtung, die Compañia Iberica de telecomunicación in Bilbao, sollen behauptet haben, daß ihre Bauart die erste wäre, die bis jetzt wirklich zufriedenstellend arbeitet. Die spanische Admiralität hat die Versuche mit lebhafter Anteilnahme verfolgt; man erwartet von ihr, daß sie bei künftigen Versuchen auf die neue Bauart zurückgreifen wird. *Rp.*

Drahtlose Telegraphie und Marconi-Gesellschaft in Frankreich.

[Wirtschaftlicher Nachrichtendienst 1918, Nr. 564.]

Auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie sind in Frankreich in letzter Zeit mehrere neue Gesellschaften entstanden, denen für die Zukunft günstige Aussichten vorausgesagt werden. Auch die bisher bestehenden Unternehmen für drahtlose Telegraphie haben im allgemeinen gute finanzielle Erfolge zu verzeichnen. So konnte z. B. die Cie. Française maritime et coloniale de télégraphie sans fil bei ihrem letzten Jahresabschluß die Dividende erheblich hinaufsetzen. Was dagegen die Cie. universelle de télégraphie et téléphonie sans fil anlangt, an der die Marconi-Gesellschaft in beträchtlichem Maße beteiligt ist, so ist diese wie die „Information" vom 11. August mitteilt, in Liquidation getreten, jedoch ist ihr ganzes realisierbares Aktivum von einer neuen Gesellschaft übernommen worden, die den Namen Cie. générale de télégraphie sans fil erhalten hat und mit einem Grundkapital von 12½ Mill. Fr arbeitet. Unter den Aktionären befinden sich u. a. Cie. française des câbles télégraphiques, Banque de Paris et des Pays-Bas, Banque Française, Banque Transatlantique, Crédit Mobilier Français, Sté. Centrale des Banques de Province, Jacques Gunzbourg & Cie. und endlich Marconi Wireless Telegraph Co., die allein 40% des Grundkapitals gezeichnet hat. Aus der Liquidation der Cie. universelle wird Marconi eine Summe von etwa 11 Mill. Fr erhalten. Dies Ergebnis darf als außerordentlich befriedigend angesprochen werden, um so mehr, als die Abwicklung der Liquidation außerordentlich schwierig war. Man nimmt in gut unterrichteten Kreisen an, daß die Marconi-Gesellschaft durch die Beteiligung von 40% an der neuen Gesellschaft ausgezeichnet abschneidet und höhere Erträge erzielen wird, als bei der Cie. universelle. *Rp.*

Digitized by Google

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Elektrizitätsversorgung der Provinz Sachsen.

Die Provinz Sachsen mit ihren gewaltigen Braunkohlenlagern gelangt für die Kraftversorgung von Mitteldeutschland immer mehr zu einer großen Bedeutung. Das von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft erbaute Kraftwerk Zschornewitz mit 170 000 kVA Leistungsfähigkeit, dessen Aktien ganz in Reichsbesitz gelangt sind, ist dazu bestimmt, in kurzer Zeit einen großen Teil des Elektrizitätsbedarfs von Berlin zu decken. Eine 100 000 V-Leitung von Zschornewitz nach Berlin ist fertiggestellt und in Betrieb genommen wo den, so daß dies Werk zur Versorgung von Berlin bereits beitragen kann.[1]) In Muldenstein bei Bitterfeld ist das eisenbahnfiskali che Kraftwerk, welches die zum Betriebe der Staatsbahnstrecken Leipzig—Dessau—Magdeburg und Leipzig—Halle erforderliche Elektrizität erzeugen soll, fertiggestellt. Der preußische Staat plant ferner die Erbauung eines großen Kraftwerkes in der Nähe von Wittenberg, aus welchem der Elektrizitätsbedarf für die zu elektrisierenden Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen geliefert werden soll. 60 000 kW dieses Werkes sind bereits an die Provinz Brandenburg zur Versorgung der Provinz abgetreten. In der Nähe von Merseburg haben sich die Badischen Anilin- und Sodafabriken mit großen Fabriken niedergelassen und eigene Braunkohlengruben eingerichtet, welche den großen Kraftbedarf decken sollen. Ebenfalls in der Nähe von Merseburg hat sich die Kursächsische Kraftversorgung A. G. niedergelassen, welche die Braunkohle zwecks Gewinnung wertvoller Bestandteile vergasen und das Gas zur Elektrizitätsversorgung verwenden will.

Der Umstand, daß die Großindustrie immer mehr ihr Augenmerk auf die Provinz Sachsen lenkt, hat die Provinzialverwaltung bewogen, die Verteilung der Elektrizität nach einheitlichen, großzügigen Gesichtspunkten in die Hand zu nehmen. Einmal soll dadurch der durch eine Zersplitterung der Elektrizitätserzeugung bedingten Unwirtschaftlichkeit vorgebeugt, und zum anderen für die Großindustrie ein günstiger Kraftbezug gewährleistet werden. Der Provinzialverband hat sich durch langfristige Stromlieferungsverträge die Erzeugung der Kraftwerke Harbke bei Helmstedt der Braunschweigischen Kohlenwerke, des Kraftwerkes Gröbers bei Halle der Chemischen Fabrik Buckau und des Kraftwerkes Nachterstedt bei Aschersleben der Grube Concordia gesichert. Diese Werke beliefern schon heute eine größere Zahl von Überlandzentralen. Die Werke Harbke und Gröbers sollen für je 40 000 kW ausgebaut werden und bis zu dieser Höhe den nächsten Bedarf der Provinz decken. Beabsichtigt ist für später ein Elektrizitätsbezug aus dem staatlicherseits geplanten Kraftwerk bei Wittenberge. Die Kraftwerke sollen durch Hochspannungsleitungen (60 000 oder 100 000 V Spannung) verbunden werden und parallel arbeiten. Eine 50 000 V-Leitung von Harbke nach Magdeburg zur Versorgung der Stadt Magdeburg ist z. Zt. im Bau. Der Bau einer weiteren Leitung von Gröbers nach Harbke ist vorbereitet.

Zur Durchführung ihrer Pläne hat die Provinzialverwaltung eine besondere Aktiengesellschaft Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt gegründet, welche jetzt die Elektrizitätslieferung begonnen hat. Diese Gesellschaft wird die Elektrizität im großen beziehen, durch Hochspannungsleitungen verteilen und im ganzen an Überlandzentralen und städtische Werke zum Weiterverkauf abgeben. Daneben sollen Großindustrielle direkt hochspannungsseitig versorgt werden. Infolge des Umstandes, daß die Elektrizität ausschließlich aus Werken geliefert wird, welche auf Kohlengruben stehen, sind die Herstellungskosten die denkbar niedrigsten und ist die Provinzialgesellschaft in der Lage, viel billiger einzukaufen als Werke mit Kohlenzufuhr sich die Elektrizität erzeugen können.

Hand in Hand mit der Regelung der Elektrizitätsversorgung plant die Provinz die Erbauung von elektrischen Überlandbahnen in den mit Industrie durchsetzten Gebieten, da für die Industrie nicht nur die Kraftversorgung eine Rolle spielt, sondern auch die Arbeiterfrage. Durch die Schaffung von Verkehrsgelegenheit soll verhindert werden, daß die Arbeitermassen sich in den Industriezentren zusammenballen und hier unter ungünstigen Bedingungen zum wohnen gezwungen sind.

Die Lösung der Frage der einheitlichen Elektrizitätsversorgung auf der Grundlage, daß der Privatunternehmung die Erzeugung überlassen ist, die Verteilung durch eine Aktiengesellschaft, an welcher die Provinz maßgebend beteiligt ist, erfolgt und im übrigen nach wie vor der Verkauf an die Verbraucher den Gemeinden und Überlandzentralen überlassen ist, ist eine gute und alle Teile zufriedenstellende.

Fr. Schmidt.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 307.

Das Bayernwerk[1]).

Wie aus München verlautet, sind sich der Verkehrsminister von Frauendorfer und der Minister des Innern Auer über den baldigen Beginn des Baues des Walchensee-Kraftwerkes schlüssig geworden, so daß man annimmt, daß die Angelegenheit vom chstzur sofortigen Inangriffnahme verabschiedet werden wird. Oskar v. Miller, von dem der Plan des Bayernwerkes herrührt, ist für diese Aufgabe als Staatskommissar bestellt worden und hat in dieser Eigenschaft die Gesamtleitung übertragen erhalten und angenommen. Es handelt sich um hervorragende Aufgaben, die einer großen Anzahl von Arbeitern in der Heimat in der Zeit der Übergangswirtschaft einen lohnenden Verdienst verschafft. Ob die neuerlichen eigenartigen Verhältnisse auf dem Arbeitsmarkte die Baukosten und damit die Wirtschaftlichkeit des ganzen Unternehmens nicht wesentlich beeinflussen, ist eine noch offene Frage.

Werkstatt.

Das elektrische Schweißen im Schiffbau.

[Electrical World, Bd. 71, Nr. 19, S. 993.]

Die Amerikaner machen z. Zt. in großem Maßstabe den Versuch, das elektrische Schweißen, das bisher im Schiffbau nur in geringem Umfange benutzt wurde, für den Zusammenbau des Schiffskörpers zu verwenden. Man strebt an, das Nieten auf diese Weise gänzlich zu vermeiden. Es wird beabsichtigt, den Schiffskörper zunächst roh dadurch zusammenzustellen, daß man die dazu nötigen Platten und Winkel durch Punktschweißung zusammenheftet, so daß das entstehende Bauwerk wenigstens stark genug wird, um sich selbst tragen zu können. Die Fertigstellung des Schiffsrumpfes, die Erzielung der notwendigen Festigkeit und Wasserdichtigkeit geschieht dann in der Weise, daß hinterher mit Lichtbogenschweißung eine entsprechend solide Verbindung der einzelnen Elemente erreicht wird. Man denkt sich, daß nach dieser Methode wesentliche Ersparnisse an Zeit und Geld zu erzielen sein werden, indem eine Reihe von Arbeiten gänzlich wegfällt, und andere Arbeiten wesentlich vereinfacht werden. Nach dem jetzigen Arbeitsverfahren ist insbesondere das Anpassen der einzelnen Elemente mühsam und zeitraubend, beim neuen Verfahren dagegen sehr einfach. Auf dem Neubau sind im wesentlichen 2 Krane in Tätigkeit, von denen der eine das Material heranbringt und der andere den Bügel für das Punktschweißen trägt. Man hofft, mit der neuen Methode beim Bau eines 10 000 t-Schiffes einen Monat Bauzeit und für 1 t Eisenkonstruktion 40 $, im ganzen wenigstens 100 000 $ Baukosten gegenüber dem Nietverfahren zu ersparen. Dabei werden die jetzigen Gestehungskosten eines 10 000 t-Schiffes auf 2 Mill. $ und der auf das Nieten entfallende Betrag auf 70 000 $ geschätzt. Die erhoffte Ersparnis ist also größer als die gesamten Nietkosten, was die Amerikaner damit begründen, daß das gesamte Bauverfahren durch das Schweißen geändert ist, so daß sich eine Reihe indirekter Vorteile ergibt.

Der Versuch wird ausgeführt bei der Federal Shipbuilding Co., Newark N. J.; der Schiffskörper wird, um eine unmittelbare Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, zu einem Viertel genietet, zu drei Vierteln geschweißt. Das Punktschweißen wird mit einer Teilung von rd 25 cm ausgeführt. Der Punktschweißbügel mit Zubehör wird von der Universal Electric Welding Co., Long Island City, gebaut. Die Apparate für das Lichtbogenschweißen werden von der Wilson Electric Co. ausgebildet.

Stch.

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 851.

Landwirtschaft.

Versuche mit Motorpflügen in der Schweiz.

[Schweiz. Bauzeitg., Bd. 72, S. 25.]

Der schweizerische Landwirtschaftliche Verein hat mit Unterstützung des Volkswirtschaftsdepartements Versuche mit Motorpflügen auf der bernischen Staatsdomäne Witzwil und auf dem Waffenplatz Bülach angestellt. Es traten schweizerische, amerikanische und schwedische Maschinen in Wettbewerb. Die amerikanischen Pflüge „Globe", „Mogul" und „Moline" sind zwar sowohl in der Zugmaschine als im Pflug dauerhaft, doch für die schweizerischen Böden, die tief gepflügt werden, nicht kräftig genug. Bei den schweizerischen Maschinen sind Zugmaschine und Pflug, weil sie nicht von den gleichen Firmen gebaut werden, noch nicht gut einander angepaßt. Beim Berna-Ott-Pflug, von der Motorwagenfabrik Berna in Olten gebaut, arbeitet die Zugmaschine vom Pflug ganz unabhängig wie mit Pferdebespannung. Er wurde in der schweizerischen Armee auch zu Geschütz- und Munitionstransporten verwendet. Der der Zugmaschine angehängte kräftige Pflug von Gebr. Ott in Worb arbeitet mit 3 bis 4 Scharen und kann selbst die schwersten oder mit Wurzelwerk durchsetzten Böden umlegen. Zugmaschine und Pflug gebrauchen je einen Bedienungsmann. Der Betrieb ist also etwas kostspielig. Der von der Schweizer. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur gebaute Motorpflug ist als Einheitsmaschine durchgebildet, doch kann der dreischarige Pflug auch losgeschraubt und durch eine andere Maschine ersetzt werden. Die Lenkung des Pfluges ist, wie bei den amerikanischen Pflügen „Globe" und „Mogul" so vollendet, daß der Führer seinen Sitz verlassen und die ganze Maschine sich selbst überlassen kann. Der Motor von 13 kW Leistung arbeitet mit billigem Rohöl und kann, wie schon angedeutet, als Zugmaschine für alle möglichen Arbeiten verwendet werden. Von dem Motorpflug der Maschinenzentrale Bümpliz zieht die kleine Zugmaschine „Stella" einen gewöhnlichen Selbsthalterpflug. Der Motorpflug verspricht, brauchbar und billig zu werden, doch befindet er sich einstweilen noch in der Entwicklung und er ist zu umständlich in der Bedienung.

Auch der schwedische Pflug „Avance" arbeitet mit Rohöl. Er wurde durch Bucher-Manz in Niederweningen durch Anwendung Ottscher Pflugscharen den schweizerischen Böden angepaßt. Über die Leistungen der einzelnen Pflüge gibt Zahlentafel 1 Aufschluß.

Zahlentafel 1.

Bauart der Zugmaschinen	Moline	Mogul	Stella	Avance	Globe	Berna-Ott	Lokomotivfabrik
Leistung des Motors . . . . kW	9	15	4½	13	13	30	13
Brennstoff	Benzin	Petrol.	Benzin	Rohöl	Benzin	Benzin	Rohöl
Gewicht der Zugmaschine . kg	1300	2500	980	4100	2200	4500	2600
Gewicht des Pfluges . . . . kg	400	400			400	950	600
Mittlere Furchentiefe. . . . cm	20	21	17	21	21	22	22
Zeitbedarf für 1 ha . . . . Std	8.1	4,6	25.5	4.1	4.4	2.5	—
Heutiger Preis der Maschine M	10 400	1200	4800	16 000	13 600	21 200	—

Z

Verschiedenes.

Sparmetalle für Friedenszwecke.

Die Metall-Freigabe-Stelle (Deutscher Handwerks- und Gewerbekammertag) erläßt folgende Bekanntmachung:

Alle Betriebe, die Kupfer, Zinn, Aluminium, Zink, Blei und Nickel oder deren Legierungen zu Fertigwaren verarbeiten und noch nicht an eine der bestehenden Metallberatungs- und Verteilungsstellen angeschlossen sind, werden ersucht, ihre Firma zwecks Berücksichtigung bei der späteren Metallverteilung umgehend bei der Metall-Freigabe-Stelle, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 71, unter genauer Angabe der herzustellenden Gegenstände, anzumelden. Handwerksbetriebe melden sich statt bei der Metall-Freigabe-Stelle bei ihrer Handwerkskammer an.

Von der Technischen Hochschule in Dresden.

An der Technischen Hochschule in Dresden wurde nach der „Voss. Ztg." die Mechanisch-technische Versuchsanstalt einer Neuordnung unterworfen. Die Anstalt wurde in drei Abteilungen gegliedert, eine maschinentechnische, eine bautechnische und eine chemisch-technische, deren jede einem besonderen Direktor unterstellt ist. Zum Leiter der maschinentechnischen Abteilung wurde Prof. Kutzbach, zum Leiter der bautechnischen Abteilung Prof.

Digitized by Google

Dr.-Ing. Jehler ernannt. Die Berufung des Direktors der chemisch-technischen Abteilung soll erst später erfolgen.

Die Abteilung für Kraftfahrzeugprüfung wurde zu einer wissenschaftlichen Anstalt für Kraftfahrwesen erweitert, deren Leitung dem a. o. Prof. Dipl.-Ing. Wawrzinek übertragen wurde.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

K. Simons †.

Im Oktober d. J. starb im 46. Lebensjahr in La Plata (Argentinien) der Professor der Universität La Plata, Dr. Konrad Simons. Der Verstorbene wurde am 1. X. 1873 in Elberfeld geboren und studierte Elektrotechnik und Maschinenbau an der Technischen Hochschule zu Berlin. Hierauf machte er einige Studienreisen und arbeitete während eines Aufenthaltes in Amerika bei Edison. Nach seiner Rückkehr trieb Simons auf der Universität Berlin noch eingehend physikalische Studien, um dann als Assistent des Professors Roessler an das Elektrotechnische Institut der Technischen Hochschule zu Danzig zu gehen. Daselbst befaßte er sich mit der Streuung von Drehstrommotoren und schrieb hierüber zusammen mit Dr. Rogowski eine längere Arbeit.[1]) Im Jahre 1909 folgte er einem Rufe als außerordentlicher Professor an das Institut für praktische Physik in Jena und bearbeitete in dieser Stellung für den von Professor Auerbach daselbst herausgegebenen „Kalender für Mathematiker und Physiker" die Abteilung für Elektrotechnik. Simons hielt daselbst auch Vorlesungen über Einführung in die Technik, über landwirtschaftliche Maschinen, über welche er in der „ETZ" 1911, S. 459, die Arbeit „Konstruktive Entwicklung des elektrischen Pfluges" veröffentlichte, sowie über Grundlagen der Elektrotechnik; daneben leitete er praktische Übungen.

Als die argentinische Regierung daran ging, die Universität La Plata in großzügiger Weise zu einer Lehr- und Forschungsstätte auszubauen, zog sie im Jahre 1911 unter anderen deutschen Gelehrten auch Konrad Simons heran. Der Verstorbene hat in diesem neuen Wirkungskreise neben Physik insbesondere die Elektrotechnik gepflegt, wovon auch zahlreiche Arbeiten Zeugnis ablegen. Er ließ es sich besonders angelegen sein, die Sicherheitsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Argentinien zur Geltung zu bringen und den dortigen Verhältnissen anzupassen.

Man wird sich in Deutschland des sympathischen und von ernstem wissenschaftlichen Geiste durchdrungenen Wesens Simons' gern erinnern und den frühen Tod dieses Pioniers deutscher Arbeit im Auslande aufrichtig beklagen. Z

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der Starkstromtod und die Rettungsfrage.[2])

Zu den Äußerungen von Dr. JELLINEK zu meinem Aufsatz auf S. 396/7 der „ETZ" 1918 habe ich folgendes zu bemerken:

1. Der Leser kann feststellen, daß mein Standpunkt hinsichtlich der künstlichen Atmung in meinen sämtlichen Veröffentlichungen bis einschließlich des letzten Aufsatzes „ETZ" 1918, S. 396 völlig unverändert geblieben ist: Künstliche Atmung muß sofort eingeleitet werden, da im Falle Gelingens der Bemühungen, das flimmernde oder stillstehende Herz wieder in Gang zu setzen, sowie in jener Minderzahl der Fälle, in denen nur die Atmung stockt, aber das Herz weiterschlägt, der Erfolg von der Sauerstoffversorgung der Zentralorgane mitbedingt, bzw. überhaupt abhängig ist. Wo der Kreislauf stillsteht und das Herz nicht bald wieder in Gang kommt, ist stundenlange Fortsetzung der künstlichen Atmung, wie sie in der betreffenden Ministerialverfügung vorgeschrieben wurde, leider zwecklos.

2. Jeder kann aus meiner, von JELLINEK zitierten Arbeit in der „Deutschen Medizinischen Wochenschrift" 1917, Nr. 26, feststellen, daß ich nicht „rundweg die elektrischen Anschlußapparate für sinusoidale Faradisation verworfen habe", wie z. B. Lewandowsky; vielmehr habe ich eine niedrige Begrenzung des Wechselstromes gefordert, die ich eben weiterhin durch Einbau des Meßinstruments festlegen lasse; ja ich habe für Bäder mit ihrer großen „Elektrodenfläche" ausdrücklich stärkere Effekte zugelassen, — alles in der nämlichen Arbeit.

3. Für das Zustandekommen des Herztodes ist die auf dieses Organ entfallende elektrische Energie maßgebend. Diese ist mitbedingt durch die Widerstände im Stromkreis. Wenn also JELLINEK (auch wieder dem Inhalte meiner Arbeiten entgegen!) in seinem Nachwort mir zuschreibt, ich hätte als Bedingungen des Herztodes nur die Spannung und die Lage der Stromein- und -austrittsstellen angegeben, so schrieb er, als ob er das Ohmsche Gesetz nicht kenne: hiermit stellte ich eine Tatsache fest, und, indem ich weiter sagte, daß er vom wirklichen Verständnis der elektrophysikalischen Grundgesetze weit entfernt sei, stellte ich nur fest, auf wessen Seite die „Irrtümer und Trugschlüsse" hinsichtlich des Mechanismus des Starkstromtodes vorliegen. Auf wessen Seite „persönliche Polemik" vorliegt, darüber überlasse ich dem Leser das Urteil.

4. Daß ich darauf verzichten muß, eine Polemik fortzusetzen, in welcher JELLINEK mir andauernd, wie hier nachgewiesen, Äußerungen zuschreibt, die ich nie getan habe, ist selbstverständlich. Zu seinen Schlußsätzen über die Praxis der elektrischen Unfälle und die Bedeutung der Tierversuche kann ich nur daran erinnern, daß die Behandlung Kranker und die Leichenschau allein nicht ausgereicht haben, Wesen der Krankheiten und Todesursachen aufzuklären und der Heilkunde und Krankheitsverhütung neue Wege zu weisen, sondern daß der Laboratoriumsversuch unter Heranziehung der einschlägigen klinischen (auch „fremden"!) Erfahrungen in unzähligen Fällen das entscheidende Wort gesprochen hat. Dafür, daß auch der Mechanismus des Starkstromtodes und die Rettungsfrage dazugehören werden und „Irrtümer" und „Irrlehren" ausschließlicher „Praktiker" verschwinden werden, wird die Zukunft sorgen! Damit schließe ich auch meinerseits die Erörterung.

Berlin, 4. X. 1918.

Prof. Dr. H. Boruttau.

[1]) Vgl. „ETZ" 1911, S. 219, 254.

[2]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 81, 94, 130, 139, 220, 397.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die staatliche Elektrizitätsversorgung im Königreich Sachsen. Von Georg Friedrich. Bd. 445 der „Juristischen Handbibliothek". X u. 245 S. in 8°. Verlag von Rossberg. Leipzig 1918. Preis geb. 8,40 M.

Das Buch ist als Band 445 der von Hallbauer und Dr. Schelcher herausgegebenen „Juristischen Handbibliothek" erschienen und dient dem Zwecke, alle Gesetze und Verordnungen, die für das neue staatliche Unternehmen maßgebend sind, z. T. mit Erläuterungen versehen, zusammenzufassen, so daß jeder sich über die Organisation des Unternehmens, seine Ziele, Rechte und Pflichten leicht unterrichten kann.

Der Verfasser geht zunächst ziemlich eingehend auf die Vorgänge bei der Entstehung der staatlichen Elektrizitätsversorgung ein, schildert die entstandenen Widerstände, insbesondere die des sogenannten Elektroverbandes und verweilt, wiederum recht eingehend, bei den Verhandlungen in den Zwischendeputationen der I. und II. Sächsischen Kammer und bei den Verhandlungen in den Kammern selbst. Hierfür kann man ihm dankbar sein. Gehen doch daraus bei der notwendigen Kürze der Gesetze und der Verordnungen die Ansichten der Volksvertreter und die Versprechungen der Regierung klar hervor. Bei einem derartig großzügigen Unternehmen, dessen Entwicklung noch gar nicht abzusehen ist, werden mit Sicherheit Verhältnisse eintreten, die in die eng abgegrenzten schriftlichen Festlegungen nicht hineinpassen, die aber dadurch, daß gleichsam ein Gründungsprotokoll zur Hand ist, leicht den Wünschen der Urheber des Unternehmens entsprechend weiterentwickelt werden können.

Als neu geschaffene Gesetze und Verordnungen werden aufgeführt und erläutert:

1. Richtlinien für die staatliche Elektrizitätsversorgung.
2. Verordnung über die Errichtung eines Landeselektrizitätsrates.
3. Ausführungsbestimmungen hierzu.
4. Bekanntmachung, die Errichtung der Direktion der staatlichen Elektrizitätswerke betreffend.
5. Gesetz über das Verhältnis des staatlichen Elektrizitätsunternehmens zu bestehenden Elektrizitätsunternehmen.
6. Ausführungsbestimmungen hierzu.
7. Gesetz über den Haushalt des staatlichen Elektrizitätsunternehmens.
8. Ausführungsbestimmungen hierzu.

Zur Klarstellung der Verhältnisses zu der Reichs-Telegraphenverwaltung werden aufgeführt:

9. a) die entsprechenden Paragraphen des Gesetzes über das Telegraphenwesen des Deutschen Reiches vom 6. IV. 1892 bzw. 7. III. 1908.
   b) desgl. des sächsischen Gesetzes, die Anlegung und Benutzung elektromagnetischer Telegraphen betreffend, vom 21. IX. 1855.
   c) die Verordnung, die Sicherung der telegraphischen und telephonischen Leitungen gegen Betriebsstörung durch andere elektrische Leitungen betreffend, vom 12. X. 1883.

Als Anhang werden aufgeführt (ohne Erläuterungen):

A. als reichsrechtliche Bestimmungen:
   1. Gesetz, betreffend die elektrischen Maßeinheiten.
   2. Ausführungsbestimmungen hierzu.
   3. Telegraphenwegegesetz.
   4. Ausführungsbestimmungen hierzu.
   5. Gesetz, betreffend die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit.
   6. Verordnung über die Erzeugung und Verwendung von Elektrizität während des gegenwärtigen Krieges.

B. als landesrechtliche Bestimmungen:
   1. Verordnung zur Ausführung des Telegraphenwegegesetzes.
   2. Verordnung, die Errichtung von Anlagen für drahtlose elektrische Fernwirkungen betreffend.
   3. Gesetz, den Staatshaushalt betreffend.
   4. Ausführungsbestimmungen hierzu.
   5. Verordnung zur weiteren Ausführung des Gesetzes, die Befugnis zur Aufnahme von Protokollen und zu Beglaubigungen bei Justiz- und Verwaltungsbehörden betreffend.

Abgesehen davon, daß alle für den Verkehr mit dem staatlichen Elektrizitätsunternehmen in Betracht kommende Gesetze und Verordnungen in dem Buche vereinigt sind, kann man als das Wertvollste an demselben die klaren und auf alle möglichen Fälle eingehenden Erläuterungen ansehen. Umfassen z. B. diejenigen über die „Richtlinien" allein 40 Seiten. Ob trotzdem alle eintretenden Verhältnisse berücksichtigt sind, erscheint fraglich. Das mindert aber den Wert des Buches nicht. Jedenfalls bildet es in strittigen und zweifelhaften Fällen eine reiche Fundgrube für Unterlagen zur richtigen weiteren Behandlung derselben.

Heinz Aumann.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Technischer Literaturkalender 1918. Herausgegeben von Dr. Otto, Oberbibliothekar im Kaiserlichen Patentamt Berlin. 320 S. in 8°. Verlag von R. Oldenbourg. München-Berlin 1918. Preis geb. 12 M. (Vgl. „ETZ" 1917, S. 458.)

Chemie und chemische Technologie radioaktiver Stoffe. Von Prof. Dr. Ferd. Henrichs. Mit 57 Textabbildungen und 1 Übersicht. VIII u. 351 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 17,60 M

Sonderabdrucke.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1917. „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1918, S. 59 ff.

W. Kasperowicz. Galvanischer Unterbrecher für Starkstrom. „Helios", Fach- und Exportzeitschrift für Elektrotechnik 191,8 Nr. 32. S. 256.

W. Kasperowicz. Über einen allgemeinen Wärmesatz. 1918.

Neue Zeitschriften.

Archiv für Elektrotechnik, Bd. 7, 1918, Heft 3/4 enthält folgende Arbeiten: L. Dreyfus, Das Feld im Luftraum beim asynchronen Anlauf synchroner Maschinen; A. Imhof, Ein verbessertes Diagramm zur Bestimmung des Spannungsabfalls an Transformatoren. Heft 5: H. Görges, Über den Schutzwert der Erdungsdrosselspule im Nullpunkt von Wechselstromanlagen; R. Holm, Über „Eisenverluste", besonders über „Wirbelstromverluste" in für Telephonzwecke gebrauchten Übertragern und Spulen; G. Hilpert und M. Schleicher, Gerechnete und gemessene Werte der Widerstandserhöhung bei Eisenleitern.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Finanzielle Ergebnisse der deutschen Maschinenbau-Aktiengesellschaften im Jahre 1916[1]).

E. Werner gibt eine Übersicht über die Rentabilität der deutschen Maschinenbau-Aktiengesellschaften im Jahre 1916. Von 361 Gesellschaften mit 941,6 Mill. M Aktienkapital (nominell) konnten nur 288 mit 853 Mill. M statistisch verwertet werden; ihr Gründungskapital beträgt 436 Mill. M, entsprechend einer Steigerung um 49%. Unter diesen 288 Gesellschaften befinden sich 226 mit festen Verschuldungen (Obligationen und Hypotheken) von 263 Mill. M, ihre echten Reserven betragen 259 Mill. M, ihr Unternehmungskapital 1112 Mill. M, ihr werbendes Kapital 1375 Mill. M. Nach der Höhe der Dividende ergibt sich folgende Einteilung:

Gesellschaften				
49	mit	84	Mill. M . .	keine Dividende
30	„	44	„ „ . .	bis 5%
111	„	390	„ „ . .	5 bis 11%
64	„	176	„ „ . .	11 „ 16%
14	„	74	„ „ . .	16 „ 21%
12	„	49	„ „ . .	21 „ 25%
8	„	35	„ „ . .	über 25%
288		853		

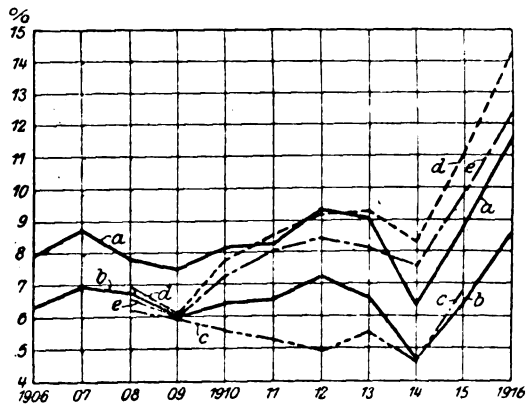
22 Gesellschaften mit 29,1 Mill. M, die keine Dividende zahlten, erzielten 1,725 Mill. M positiven Gewinn (5,9%), 7 Gesellschaften mit 9,52 Mill. M erzielten 0,763 Mill. M indirekten Gewinn (8%), 20 Gesellschaften mit 45,62 Mill. M arbeiteten mit 4,576 Mill. M Verlust (10%). Im folgenden ist eine Übersicht für die Jahre 1913 bis 1916 gegeben:

Zahlentafel 1.

Gesellschaften	Zahl	Nom. Aktienkapital Mill. M	in % 1913	1914	1915	1916
Mit Dividende	239	768,8	80	72	82	90
Ohne Dividende						
a) mit positivem Gewinn	22	29,1	9	21	10	4
b) mit negativem Gewinn	7	9,52	1	1	1	1
c) mit Verlust . . .	20	45,62	10	6	7	5

Da die Dividende nicht der alleinige Maßstab für die Rentabilität eines Unternehmens ist, so sind in Zahlentafel 2 noch einige weitere Angaben gemacht.

Die Werte a bis e der Zahlentafel 2 sind, bis auf das Jahr 1906 zurück ergänzt, in Abb. 1



a Verhältnis der Dividenden zum nom. Aktienkapital.
b „ „ „ „ eingebrachten Kapital.
c „ „ „ „ Kurskapital.
d „ d. Jahresreinerträgnisses zum Unternehmungskapital.
e „ d. Jahresreinerträgnisses + Zinsen der festen Verschuldungen zum werbenden Kapital.

Abb. 1. Rentabilitätsziffern der deutschen Maschinenbau-Aktiengesellschaften.

aufgetragen. Hieraus erkennt man, daß alle Werte 1916 gegen 1915 weiter anstiegen; der Abfall des Jahres 1914 wird dadurch mehr als ausgeglichen. Die Kurve c konnte, da Börsennotierungen fehlen, nicht weiter geführt werden. *Ptz.*

[1]) Nach E. Werner, „Technik u. Wirtschaft". Bd. 11, S. 465. Über 1915 vgl. „ETZ" 1918, S. 192.

Zahlentafel 2. Rentabilitätsziffern im deutschen Maschinenbau.

Arbeitsgebiet der Gesellschaften	a. Rentabilitätsziffern aus Vergleich der Dividenden mit nominellem Aktienkapital 1913	1915	1916	b. eingebrachtem Aktienkapital 1913	1915	1916	c. Kurskapital 1915	1916	d. Jahresreinerträgnisses mit d. Unternehmungskapital 1915	1916	e. d. Jahresreinerträgnisses + Zinsen der festen Verschuldungen mit werbendem Kapital 1915	1916
Allgemeiner Maschinenbau .	7,3	6,3	9,2	5,2	4,6	6,5	6,0	—	7,5	11,1	6,8	9,6
Desgl. mit Lokomotivbau .	11,4	12,2	15,8	8,6	9,1	11,7	7,2	—	11,5	16,8	10,2	14,6
Desgl. mit Schiffbau . . .	4,6	7,0	8,1	3,8	4,7	5,5	8,7	—	9,3	9,8	7,9	8,4
Werkzeugmaschinenbau . .	10,4	13,5	16,3	7,2	9,5	12,7	8,0	—	18,1	17,2	15,0	14,6
Textilmaschinenbau . . .	16,4	6,7	10,8	11,6	4,9	7,3	3,4	—	5,2	12,6	5,5	11,4
Landwirtschaftl. Maschinen.	10,0	9,0	10,6	9,2	6,7	7,9	7,4	—	10,9	13,4	9,2	11,6
Maschinen u. Sondermaschinen in Massenherstellung	10,1	9,9	12,3	7,4	7,5	9,3	6,9	—	14,3	16,9	12,8	15,2
Mittelwerte . . .	9,0	8,8	11,4	6,6	6,4	8,4	6,8	—	11,2	14,2	9,8	12,4

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Maschinenfabrik Oerlikon, Oerlikon[1]). In dem Bericht über das am 30. VI. 1918 abgelaufene Geschäftsjahr 1917/18 wird ausgeführt, daß die Abteilung für allgemeine elektrische Maschinen und Transformatoren das ganze Jahr gut beschäftigt war und trotz der verlängerten Lieferfristen Mühe hatte, den Anforderungen des Marktes zu genügen. Die Nachfrage aus dem Ausland ließ in der zweiten Jahreshälfte etwas nach, aber dafür traten die schweizerischen Elektrizitätswerke in die Lücke, die infolge des Kohlenmangels und der hohen Kohlenpreise wesentlich gesteigerten Stromabsatz hatten. In Spezialantrieben und Ausrüstungen für die Textilindustrie war die Nachfrage sehr lebhaft, wenn auch schwankend, da die infolge Rohstoffmangel nötige Arbeitszeitverkürzung in der Textilindustrie die Stimmung für Neuanschaffungen ungünstig beeinflußte. Die Abteilung für Hebezeuge und elektromechanische Anwendungen war mit der Ausführung der vom Vorjahre in großem Umfange übernommenen Bestellungen reichlich beschäftigt. Auch in dieser Abteilung gingen die Bestellungen aus dem Auslande auf elektrische Laufkrane und verwandte Konstruktionen in der zweiten Hälfte des Jahres etwas zurück, doch trat dafür eine vermehrte Nachfrage seitens inländischer Betriebe ein. Starke Nachfrage bestand u. a. in elektrischen Handbohrmaschinen, Schleifmotoren und besonders in fahrbaren Elektromotoren für landwirtschaftliche Betriebe. Für die Abteilung für elektrische Bahnen wurden Werkstätten und Montageräumlichkeiten für große Lieferungen eingerichtet. Von den Schweizerischen Bundesbahnen sind 10 Güterzugslokomotiven und für die Bernischen Dekretsbahnen 7 elektrische Ausrüstungen für Lokomotiven bestellt worden. Auch das Ausland beabsichtigt, weitere Bestellungen von elektrischen Wechselstromlokomotiven an uns zu vergeben. Die Abteilung für elektrische Heizung hat sich im Berichtsjahr zu ansehnlicher Größe ausgewachsen.

Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 5,174 Mill. Fr (3,532 i.V.), verschiedene Einnahmen auf 0,183 Mill. Fr (0,195 i.V.). Dem stehen gegenüber Verwaltungsunkosten mit 1,456 Mill. Fr (1,040 i.V.), Obligationszinsen mit 0,200 Mill. Fr (wie i.V.), Steuern mit 0,146 Mill. Fr (wie i.V.), Wohlfahrt und Kriegsunterstützungen mit 0,706 Mill. Fr (0,214 i.V.), Abschreibungen mit 1,267 Mill. Fr (1,108 i.V.), und es verbleibt ein Reingewinn von 1,653 Mill. Fr (1,092 i.V.). Hiervon werden 7% Dividende (wie i.V.) auf 16 Mill. Fr (8 i.V.) gezahlt. 0,500 Mill. Fr (0,200 i.V.) erhalten die Reservefonds, 0,082 Mill. Fr (0,062 i.V.), der Verwaltungsrat 0,2 Mill. Fr (wie i.V.), der Arbeiter- und Beamtenfonds; 30 601 Fr (70 652 i.V.) werden vorgetragen. In der mit 36,226 Mill. Fr (24,837 i.V.) abschließenden Bilanz stehen zu Buch Grundstücke mit 0,3 Mill. Fr (wie i.V.), Fabrikanlagen mit 1,400 Mill. Fr (2,0 i.V.), Geschäftshaus Zürich mit 0,110 Mill. Fr (0,115 i.V.), Wohlfahrtsbauten mit 0,110 Mill. Fr (0,120 i.V.), Materialien mit 5,786 Mill. Fr (3,826 i.V.), Fabrikate und Anlagen mit 6,968 Mill. Fr (4,423 i.V.), Kasse und Wechsel mit 63 235 Fr (103 986 i.V.), Wertpapiere mit 0,710 Mill. Fr (0,509 i.V.), Kautionen mit 2,934 Mill. Fr (2,863 i.V.), Beteiligungen mit 0,939 Mill. Fr (0,435 i.V.), Bankguthaben nebst Schuldnern mit 16,905 Mill. Fr (10,142 i.V.) stehen Gläubiger mit 9,164 Mill. Fr (6,785 i.V.) gegenüber. *-z.*

Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1918, S. 40.

Dividenden. Elektricitäts-A. G. vorm. Hermann Poege, Chemnitz: 28% (20 i.V.) auf 6 Mill. M (wie i.V.). — Fränkisches Überlandwerk A. G., Nürnberg: 5% auf 4 Mill. M (wie i.V.).

Firmenverzeichnis.

Electricitäts-Gesellschaft Sirius m. b. H., Leipzig. Gegenstand ist jetzt Herstellung und Vertrieb von elektrischen Maschinen und Apparaten aller Art, elektrische Installationen sowie der Betrieb aller damit zusammenhängenden Geschäfte, Verwertung einschlagender Patente und Schutzrechte und Beteiligung an ähnlichen Unternehmungen.

Gebrüder Ley, G. m. b. H., Glauchau. Gegenstand: Projektierung und Ausführung elektrischer Licht- und Kraftanlagen, Herstellung und Vertrieb elektrischer Bedarfsartikel, Bau und Reparatur von Maschinen aller Art, Handel damit usw. Stammkapital: 24 000 M; Geschäftsführer: W. Ley, Glauchau.

Neue Genossenschaften. Elektrizitätsgenossenschaft m. b. H., Sacherwitz, Kr. Breslau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50). — Elektrizitätsgenossenschaft Carowahne-Wasserjentsch, Wasserjentsch, Kr. Breslau (Haftsumme: 500 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 30). — Licht- und Kraftbezugsgenossenschaft m. b. H., Dollbergen (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 1). — El.- und Maschinengenossenschaft m. b. H., Pillgram (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 500). — Elektrizitäts- und Maschinengenossenschaft Klein-Leistikow-Ottendorf m. b. H., Klein-Leistikow (Haftsumme: 100 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 100). — Elektrizitätsgenossenschaft Groß- und Klein-Oldern m. b. H., Groß-Oldern, Kr. Breslau (Haftsumme: 300 M; höchste Anteilzahl eines Gen.: 50).

Von der Börse.

Börsenkurse einiger Elektrizitätswerte.[1]) Nachdem das Kurszettelverbot aufgehoben worden ist, veröffentlichen wir nachstehend die Kurse einiger Elektrizitätswerte an der Berliner Börse am 23. XI. 1918 und fügen gleichzeitig den letzten Kurs von 1914 sowie den Steuerkurs vom 31. XII. 1916 bei. Bemerkt sei, daß die Kurse seit dem 23. XI. fast durchweg eine Steigerung erfahren haben.

Gesellschaften	Letzter Kurs 1914	Steuerkurs 31. XII. 1916	Kurs vom 23. XI. 1918
A. E. G., Berlin	219,75	220	195,50
Bergmann, Berlin	97,—	182	149,—
Deutsch-Atlant. Tg., Köln .	117,50	86	73,50
Deutsch-Südamerik. Tel. Ges.	108,—	90	75,—
Dtsch.-Übers. El.-G., Berlin .	150,—	150	140,—
„ „ „ neue A.	106,80	105	107,75
El. Licht- u. Kraft., Berlin .	121,—	102	80,75
Felten & Guilleaume Carlsw.	126,10	176	153,—
Ges. f. elektr. Untern., Berlin	137,10	117	100,25
Hackethal, Hannover	172,—	250	192,—
W. Lahmeyer, Frankfurt . .	121,75	120	110,—
Dr. Paul Meyer, Berlin . . .	110,—	140	105,—
Mix & Genest, Berlin. . . .	—	—	115,—
Schuckert & Co., Nürnberg.	124,—	145	27,—
Siemens & Halske, Berlin .	194,25	225	186,50
Teleph.-F. Berliner, Hannover	157,—	265	190,—
Vogel, Fabr. isol. Drähte . .	159,—	194	170,—

[1]) Über die letzten Notierungen vgl. „ETZ" 1914 S. 952; 1915. S. 660; 1917. S. 72, 128, 172.

Abschluß des Heftes: 30. November 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: H. O. Sehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 12. Dezember 1918.** **Heft 50.**

Weitere Geltung der Ausnahmebestimmungen.

Die für die Dauer des Krieges aufgestellten Ausnahmebestimmungen waren s. Zt. schon für eine angemessene Zeit nach dem Kriege vorgesehen worden. Da die Verhältnisse bezüglich der Rohstoffversorgung erst in einiger Zeit eine wesentliche Änderung werden erfahren können, müssen die Ausnahmebestimmungen zunächst noch weiter in Geltung bleiben, es wird aber sofort in die Revision derselben eingetreten, und die Ergebnisse werden schnellstens veröffentlicht werden. Äußerste Sparsamkeit in der Verwendung der Sparmetalle bleibt auch fernerhin wichtig, um eine störungsfreie Entwicklung der elektrotechnischen Industrie sicherzustellen.

Der jeweiligen Lage des Rohstoffmarktes entsprechend, werden schnellstens die Änderungen der Ausnahmebestimmungen folgen, um die durch den Ersatz der Sparstoffe bedingten Schwierigkeiten nach Möglichkeit zu mildern.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. G. Dettmar.

Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme.

Von **Reinhold Rüdenberg**, Berlin-Westend.

(Fortsetzung von S. 486.)

Ähnlich wie ein Transformator wirkt auch eine Parallelschaltung von Selbstinduktion und Widerstand im Sekundärkreis, die wiederholt vorgeschlagen wurde, und ebenfalls die Stromverdrängung in Anfahrwiderständen aus Eisen, sofern man hier überhaupt unter Verwendung von dicken und langen Eisenwiderständen erhebliche Wirkungen erzielt.

Die soeben besprochene Anordnung eines Läufertransformators hat zwei Nachteile: die große Induktanz bei Lauf und die Notwendigkeit von Schleifringen. Die letzteren könnte man vermeiden durch Verwendung eines mitrotierenden Transformators, wodurch der Motor allerdings unhandlicher würde. Besser ist es aber, man vermeidet den Transformator ganz und benutzt statt dessen das Streufeld des Läufers, das ja sowieso in jedem Motor vorhanden ist und sonst nur schädlich wirkt, zur Verrichtung von nützlicher Transformatorarbeit. In der Tat ist das Streufeld besonders beim Anlauf, wo es stark ist und hohe Frequenz besitzt, zu großen Induktionswirkungen befähigt. Man braucht dazu nur, da es ein ausgebreitetes Luftfeld ist, breite Metallmassen quer in dasselbe einzulagern, in denen sich irgendwie

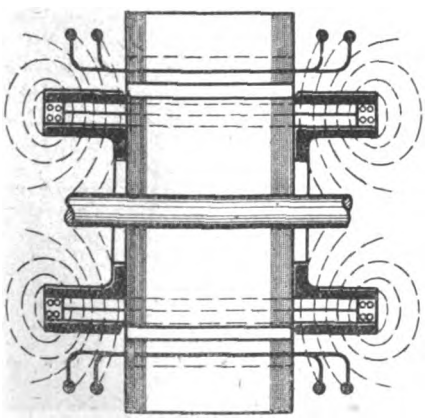


Abb. 11.

verlaufende tertiäre Wirbelströme ausbilden können. Abb. 11 zeigt als Beispiel breite Metallringe, die im Stirnstreufelde des Läufers um und zwischen den Wicklungsköpfen angebracht sind, und die ihrerseits sogar als Wicklungsträger oder Bandagen nutzbar gemacht werden können. Noch einfacher wird der Motor, wenn man die Wicklungsköpfe ganz fortläßt und statt dessen Käfiganker benutzt. Hier wird es zweckmäßig sein, Metalleinlagen im Nutenstreufeld anzubringen, wie es Abb. 12 darstellt. Linker Hand sind die ter-

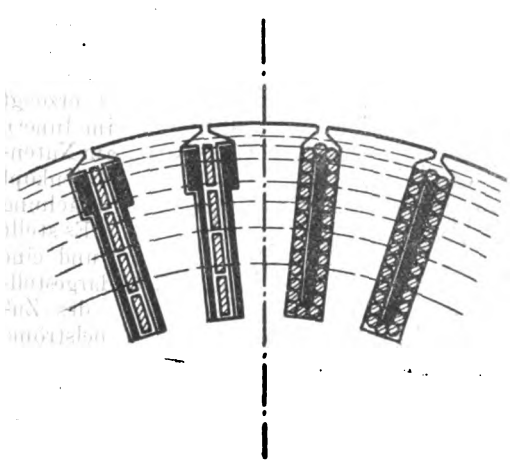


Abb. 12.

tiären Metallschichten, die die ganze Nutentiefe ausfüllen, außerhalb der sekundären Leiter, rechter Hand innerhalb der sekundären Leiter, die in jeder Nut liegen, angeordnet. Die letzteren kann man sich dabei um die tertiären Flachkupfereinlagen verdrillt vorstellen, so daß ein regelmäßiges starkes Nutenstreufeld

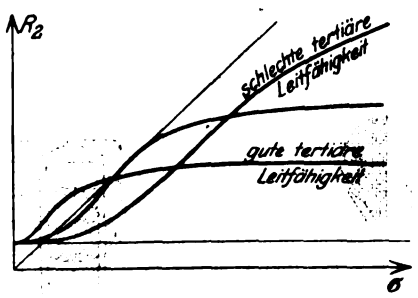


Abb. 18.

entsteht. Die Abhängigkeit des wirksamen Läuferwiderstandes von der Schlupffrequenz richtet sich auch bei diesen Anordnungen nach der Formel (14), sie hat also wieder die Form der Abb. 10. Die Lage der Kurve im Verhältnis zu der gewünschten und möglichst annähernden Proportionalität zwischen Widerstand und Schlüpfung kann durch Wahl einer passenden tertiären Leitfähigkeit weitgehend geändert werden, was in Abb. 18 an drei Kurven dargestellt ist. Bei guter tertiärer Leitfähigkeit wird das Streufeld bei großer Frequenz zu stark fortgeblasen. Bei schlechter tertiärer Leitfähigkeit ist dagegen die Wirbelstrombildung bei geringer Frequenz nicht stark genug. Die Verhältnisse lassen sich berechnen, sowie man Verlauf und Stärke des Streufeldes kennt; das Problem ist nicht ganz einfach, jedoch lösbar. Man kann nachweisen, daß die Widerstandsgerade am besten angenähert wird, wenn der Ohmsche Widerstand der Tertiärstrombahnen ungefähr gleich ihrem induktiven Widerstand bei der gewünschten Frequenz ist. Die Streuspannung von Läufern, die nach dem Schema der Abb. 11 und 12 aufgebaut sind, variiert natürlich ebenfalls entsprechend der Abb. 10 mit der Schlupffrequenz. Sie ist daher beim Lauf der Motoren normal und nach den üblichen Formeln zu berechnen; beim Anlauf ist sie dagegen merklich verkleinert.

Anker mit starken Bandagen und Wicklungsträgern, entsprechend Abb. 11, werden vielfach im Elektromaschinenbau benutzt. Es ist deshalb zu erwarten, daß dieselben die geschilderten Verhältnisse des variablen, wirksamen Widerstandes bereits zeigen. Eine Messung zweier ganz verschiedener Anker bestätigt diese Vermutung. Abb. 14 zeigt die Meßergebnisse an dem Läufer eines asynchronen Motors von 1200 kW bei 1500 Umdr/min. Der Anker wurde aus dem Ständer entfernt und mit Drehstrom von variabler Frequenz gespeist, wobei die tatsächlich in ihm auftretenden Verluste durch 2 Wattmeter gemessen wurden. Der hieraus errechnete, tatsächlich wirksame Läuferwiderstand zeigt eine außerordentlich starke Abhängigkeit von der Frequenz. Bei 50 Per/s ist der mehr als 6-fache Widerstand wie bei Stillstand vorhanden. Abb. 15 zeigt die Meßergebnisse an einem Gleichstromanker von 1000 kW bei 1500 Umdr/min. Hier wurde der Anker, ebenfalls außerhalb des Ständergehäuses, mit variabler Drehzahl betrieben und die jeweilige Spannung am Kollektor bei festgehaltenem Strom gemessen. Der daraus errechnete wirksame Widerstand des Ankers steigt auf den 5½-fachen Betrag wie bei Stillstand an. Diesem Werte würden die Zusatzverluste des Gleichstromankers im Betriebe entsprechen. Bei diesen Versuchen wirkten nicht

Digitized by Google

nur Bandagen und Wicklungsträger, sondern auch etliche andere, massive Teile wirbelstrombildend, z. B. auch die bei beiden Ankern (z. T. älterer Konstruktion) vorhandenen, massiven Leiterstäbe. Wenn nun die natürliche Wirbelstrombildung schon so starke Wirkungen äußert, wie die Abb. 14 und 15 zeigen, so

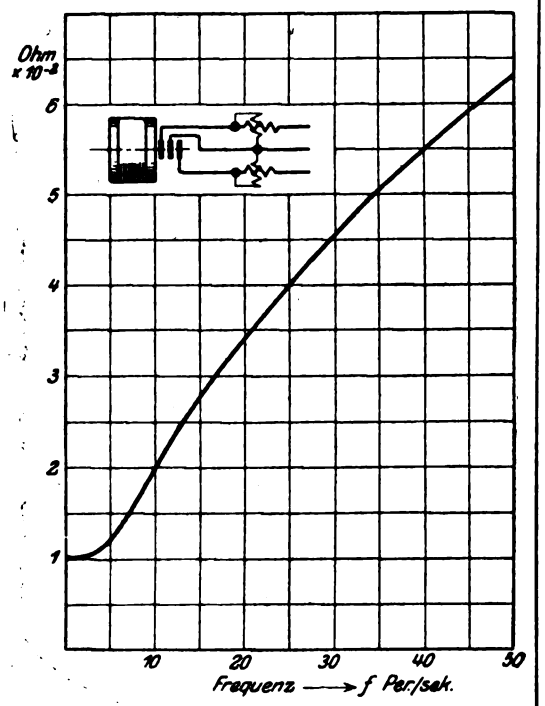


Abb. 14.

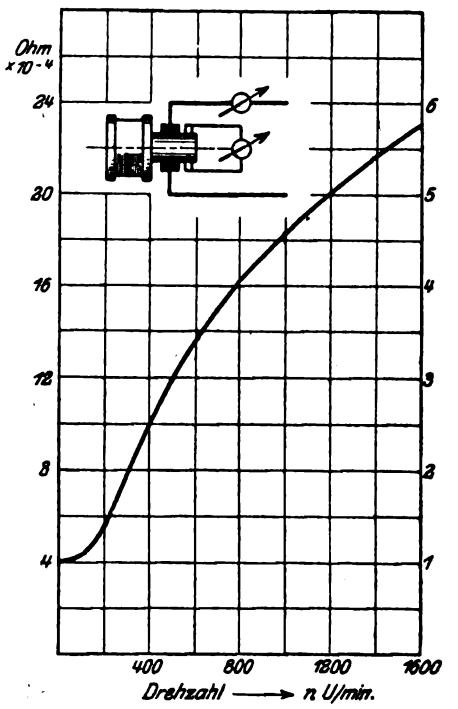


Abb. 15.

kann man fragen, ob man diese nicht noch künstlich vergrößern kann, um zu dem von uns erstrebten Ziele der starken Widerstandsvermehrung von Drehstromankern zu gelangen, oder ob nicht vielleicht schon allein die Stromverdrängung und Wirbelstrombildung in den Ankerleitern ausreicht, um diese Wirkungen zu erzielen. Wenn man diese Stromverdrängung durch geeigneten Aufbau recht groß machen würde, dann brauchte man bei der Benutzung von Käfigankern die in Abb. 12 gezeichneten Beilagen gar nicht anzuwenden und könnte einen äußerst einfachen Aufbau der Anker erzielen.

Wenn man die bisher meist gebauten Käfiganker für Asynchronmotoren nach diesen Gesichtspunkten betrachtet, so sieht man, daß sie nicht geeignet sind, starke Wirbelströme zu entwickeln. Man war meist bestrebt, hohes Anlaufmoment durch die Wahl eines hohen Kippmomentes, also durch Verwendung sehr geringer Streuung, vor allem im Läufer, zu erzielen. Dabei werden dann die Nuten- und Stirnstreufelder des Läufers sehr klein und die Stromverdrängung nur geringfügig. Wir wollen hier den umgekehrten Weg einschlagen und die Läufer so bauen, daß die Wirbelstrombildung und Stromverdrängung in den Ankerleitern möglichst groß werden. Abb. 16 erläutert bildlich die Verteilung des Streuflusses in der Nut und der Stromdichte in den Leiterstäben für zwei verschiedene Bauarten, nämlich linker Hand mit einem Leiter, der die ganze Nutentiefe ausfüllt und rechter Hand mit drei Leitern übereinander, von denen jeder den gleichen Sekundärstrom führt. Beim Lauf des Motors nahe dem Synchronismus und sehr geringer Frequenz der Sekundärströme erzeugen diese zwar ein starkes Nutenstreufeld, dessen Kraftlinien durch die gestrichelten Linien angedeutet sind, da die Frequenz jedoch gering ist, so durchsetzen die Kraftlinien die Leiter ohne Entwicklung erheblicher tertiärer Ströme. Das Streufeld nimmt daher vom Nutengrund bis zum Kopf nahezu linear zu. Die Stromdichte ist im ganzen Leiter konstant. Beim Anlauf des Ankers und besonders nahe beim Stillstand kann man sich zunächst das gleiche Streufeld vorstellen, das hier aber mit großer Frequenz pulsiert. Es erzeugt daher starke tertiäre Wirbelströme im Innern der Leiter, die den Sekundärströmen am Nutengrunde entgegenwirken und sie am Nutenkopf unterstützen und außerdem eine Schwächung des sekundären Streufeldes bewirken. Es stellt sich daher tatsächlich ein Streufeld und eine Stromdichte ein, die den in Abb. 16 dargestellten Verlauf haben. Das Ergebnis des Zusammenwirkens der tertiären Wirbelströme mit dem Sekundärstrome ist, daß der Gesamtstrom jedes Leiters beim Anlauf des Motors nach außen gegen die Nutenöffnung zu gedrängt wird, und daß die Stromdichte dort und daher der wirksame Widerstand außerordentlich ansteigen. Will man starke derartige Wirkungen erzielen, so wird man auf die Verwendung sehr tiefer schmaler Nuten geführt.

Will man diese aus mechanischen Gründen vermeiden, so kann man die Wirbelstrombildung vergrößern, indem man nach Abb. 17 Eisenschichten in die Kupferleiter einlagert und durch sie so viel Streufluß quer

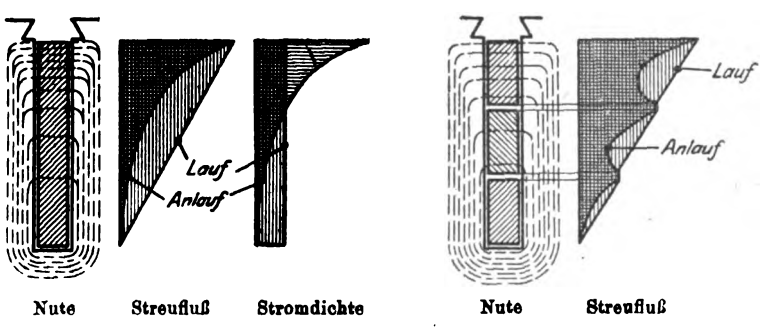


Abb. 16.

stärker sein wie bei dem gleichmäßigen Feldverlauf nach Abb. 16.

Wie besonders die letztgenannte Abbildung zeigt, ist bei der Verwendung eines einzigen, tiefen Leiters in der Nut die Rückwirkung der tertiären Wirbelströme so groß, daß das Streufeld sehr stark fortgeblasen wird. Bei mehr Leitern in der Nut ist zwar die Leiterausdehnung, in der die Wirbelströme das erzeugende Feld umschließen, kleiner, dennoch kann aber hier der wirksame Wechselstromwiderstand, auf den Sekundärstrom bezogen, größer sein, da vom Streufeld nicht so viel fortgeblasen wird. Abb. 16 zeigt diese Feldverhältnisse quantitativ. Man sieht daraus, daß ebenso wie früher auch hier die tertiäre Leitfähigkeit weder zu groß noch zu klein sein darf, wenn man die besten Wirkungen erzielen will. Da die Drehmomentwirkung des Motors nun nicht nur vom Widerstand, sondern auch von der Streuung der Sekundärwicklung abhängt, so muß man bei der Beurteilung der verschiedenen Anordnungen auch diese mit heranziehen, die unter allen Umständen bei dem einfachen Stab in der Nut beim Anlauf am geringsten wird. Wirksame Streuung und wirksamer Widerstand der Wicklung mit starker Stromverdrängung und Wirbelstrombildung im ganzen Anlaufbereich bestimmen das Verhalten des Motors und müssen daher, um einen ausreichenden Überblick über die Wirkungen und Gegenwirkungen zu bekommen, genau berechnet werden. Man erhält als Resultat der Rechnungen schließlich ganz bestimmte Anweisungen über die Bemessung der Nuten und die Unterteilung der Leiter.

Bevor wir darauf eingehen, wollen wir erst den mechanischen Aufbau derartiger Anker betrachten. Wendet man nur einen einzigen Stab in jeder Nut an, so genügt es, sämtliche Stäbe an den Stirnseiten des Ankers durch einen angemessen starken Kurzschlußring zu verbinden, ganz ähnlich wie man es bisher bei Käfigankern auch schon ausgeführt

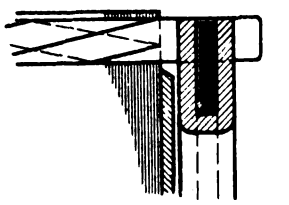


Abb. 18.

hat. Es kann zweckmäßig sein, wie Abb. 18 zeigt, diesen Schlußring in einen U-förmig gestalteten Eisenrahmen einzubetten, damit sich auch in ihm unter der Wirkung des damit entstehenden, erheblichen Stirnstreufeldes im Anlauf starke Wirbelströme ausbilden, so daß die drehmoment-bildende Wirkung der Nutenstäbe unterstützt wird. Benutzt man mehrere Teilleiter in jeder Nut, so müssen diese so angeordnet sein, daß unter der Wirkung der Streufelder kein Strom von einem auf den anderen übertreten kann. Die Zerteilung eines Stabes durch einfache Längsschnitte in einen Mehrfachleiter genügt hierfür nicht, da der Gesamtstrom sonst bei Anlauf einfach auf den äußersten Leiter der Nut übertreten würde. Die Führung der Teilleiter muß derart vorgenommen werden, daß in allen Teilleitern die gleichen Spannungen induziert werden, wie das Streufeld auch verteilt sein möge; nur dann werden Ausgleichs-

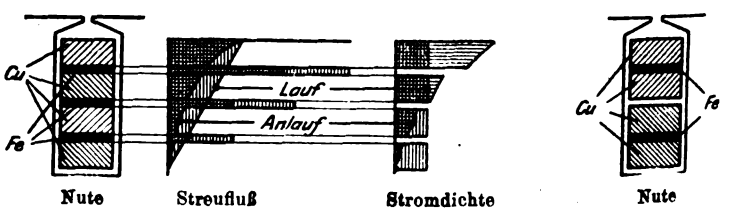


Abb. 17.

durch die Leiter saugt, daß auch bei normalen Nutenformen eine ausreichende Wirbelstrombildung eintritt. Sie kann sogar wegen der Konzentration des Flusses in dieser Anordnung

Digitized by Google

ströme vermieden. Zu diesem Zweck kann man eine Kreuzung, Verschränkung oder Verdrillung der Teilleiter in jeder Nut anwenden. Abb. 19 zeigt als Beispiel eine Verschränkung der Nutenleiter. Jeder Nutenstab besteht aus

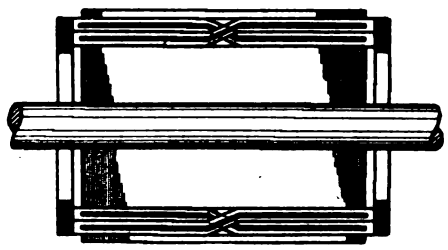


Abb. 19.

zwei übereinander liegenden Teilleitern, die in der Mitte gekreuzt sind, so daß ihre Spannungen stets genau einander gleich sind und sie daher immer gleiche Ströme führen, wie das Streufeld längs der Nutentiefe auch verteilt sein möge. In dieser Skizze sind Teilleiter mit Eiseneinlagen, entsprechend Abb. 17, dargestellt. Einfacher in der Herstellung ist die Verdrillung der Nutenleiter ohne Eiseneinlage, die in Abb. 20 dargestellt ist. Die Herstellung

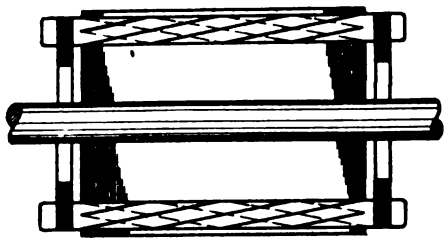


Abb. 20.

erfolgt am einfachsten, indem man ein Rohr, dessen Durchmesser und Wandstärke dem Leiterquerschnitt entspricht, flach preßt, eine dünne Isolierschicht zwischen die Seiten des nunmehr flachen Rohres bringt und den Umfang des Flachrohres durch schräge Sägeschnitte in die gewünschte Anzahl spiralig parallellaufender Teilleiter aufschneidet. Um gleiche Spannungen in allen Teilleitern zu erzielen, muß jeder derselben natürlich einen oder mehrere ganze Umläufe auf die Eisenlänge machen. Auch diese verdrillten Nutenleiter werden an den Stirnseiten des Ankers durch einfache Kurzschlußringe verbunden. Zweckmäßig läßt man die Stäbe, entsprechend Abb. 20, über die Ringe etwas überstehen, um eine gute Lüftung beim Lauf zu erzielen. Durch die Anwendung der für die Wirbelstrombildung günstigen, tiefen Nuten oder der Eiseneinlagen erhält man natürlich eine stärkere Streuung als bei den bisher gebauten Käfigankern. Die Streuung ist jedoch nicht sehr wesentlich größer, als sie bei den üblichen Schleifringankern mit ihren großen Stirnverbindungen auftritt. Beim Anlauf ist die Streuung stark verkleinert und nähert sich den bei Käfigankern üblichen Werten.

(Schluß folgt.)

Weiteres über die Riksgränsenbahn.

Die Elektrisierung der Riksgränsenbahn von Narvik nach Kiruna und darüber hinaus nach Luleå ist hier schon mehrfach behandelt worden[1]). Zur Ergänzung sei hier noch weiteres angeführt.

Abb. 1 stellt einen Plan des Schalthauses des Kraftwerks dar. Der Querschnitt des Kraftwerks selber wurde bereits früher veröffentlicht[2]). Von den Stromerzeugern wird der Strom mit Hilfe gepanzerter Kabel, die in einen senkrecht gesprengten Schacht (s. Abb. 1, S. 225, ETZ 1915) verlegt sind, zu einem Schalthaus geführt, das über dem in den Felsen eingesprengten Maschinensaal liegt. Dies enthält die Transformatoren für die Erhöhung der Maschinenspannung auf die Fernleitungsspannung, die Schalträume, Pumpen und Zisternenanlagen für Wasser und Öl sowie Werkstatt, Lagerräume und eine Betriebskanzlei. Dies Gebäude ist mit dem Maschinensaal außer durch den Kabelschacht auch

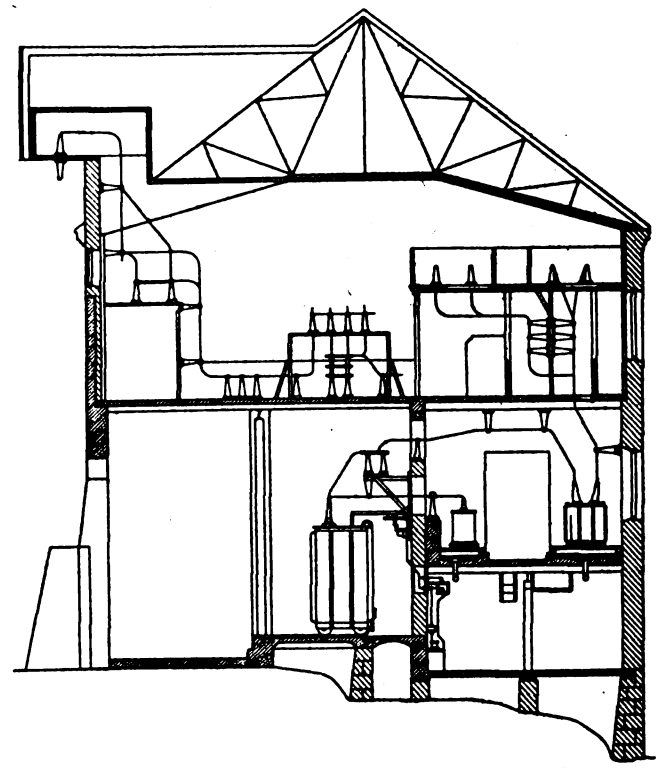


Abb. 1. Schalthaus des Porjus-Kraftwerkes im Schnitt.

durch einen großen Fahrstuhlschacht verbunden, der zur Beförderung von Maschinen bestimmt ist. Neben diesem sind auch ein, lediglich für Personenfahrten bestimmter, Fahrstuhl und eine Nottreppe eingebaut.

In einem Anbau des Schaltwerkshauses sind zwei Ventilatoren von je 125 m³/s Luft für die Kühlluft der Stromerzeuger aufgestellt. Die Ausführung der Kühlanlage in diesem tief unter der Erde liegenden Maschinensaale bedurfte sorgfältiger Überlegung. Die Kühlluft wird durch den Kabelschacht und Kanäle unter dem Maschinensaalboden zu den Stromerzeugern hinuntergepresst. Im Sommer wird die erwärmte Luft von den Stromerzeugern, in geschlossenen Kanälen zu einem Sammelkanal oberhalb des Maschinensaaldaches und von dort hinauf, durch den Fahrstuhlschacht, in die freie Luft geführt, während sie im Winter aus dem Maschinensaal durch den Fahrstuhlschacht zum Stellwerksgebäude hinaufgeleitet wird. Ein Teil wird dort ausgeblasen und der Rest zu den Gebläsen zurückgeführt, die diese angewärmte Luft, deren Temperatur nicht unter + 5° liegt, einsaugen. Bei dieser Wärme müssen etwa von außen hineinkommende Eisteile schmelzen, bevor sie in die Stromerzeuger gelangen.

Die Transformatoren des Kraftwerkes erhöhen die Maschinenspannung auf die Fernleitspannung und sind als Einphasen-Transformatoren ausgeführt[1]). Sie sind in Gruppen zu zwei für die 8000 Volt Einphasenstromkreise gekuppelt und in Gruppen von 3 Stück für die 70 000 V Drehstromkreise in Y-Schaltung verbunden. Jede Transformatorgruppe entspricht in ihrer Größe einem Stromerzeuger. Jeder Stromerzeuger bildet mit seinem Transformatorsatz eine geschlossene Maschinengruppe und entspricht einer abgehenden Speiseleitung. Zum Ab- und Zuschalten der Transformator-Niederspannungswicklungen und auch für die Hochspannungsfernleitungen dienen Ölschalter mit Schutzwiderstand. Das Parallelschalten der Maschinen wird sowohl auf der 10 000 wie auf der 70 000 V-Seite mit Hilfe von Schaltern und Gruppenverbindern auf Doppelsammelschienen ausgeführt.

Der Überspannungsschutz besteht auf der 10 000 V-Seite aus dem Nullpunktwiderstand und Stern-Dreieck-Schutz, auf der 70 000 V-Seite aus dem Nullpunktwiderstand Dämpfungsspulen und Hörnerschaltern mit Widerstand.

Über die Fernleitungen und Streckentransformatoren der Bahnanlage wurde an anderer Stelle dieses Blattes schon eingehend berichtet.[2])

Die Güterzuglokomotiven 1C+C[1] sind gleichfalls schon früher hier besprochen worden.[1])

Zwei Lokomotiven müssen imstande sein, einen Güterzug von 1855 t angehängter Last mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h auf einer Steigung von 10 ‰ zu befördern. Die Gesamtfahrzeit von Kiruna bis Riksgränsen darf mit einem vollbelasteten Zug 3 Stunden und 20 Minuten nicht überschreiten. Die Höchstgeschwindigkeit mit den vorhandenen Ausrüstungen beträgt z. Z. 50 km/h. Die Lokomotiven sind indessen so kräftig gebaut, daß durch entsprechende Verstärkung des Antriebes eine Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h erreicht werden kann. Eine Lokomotive allein muß einen leeren Zug von 455 t Wagengewicht und eine angehängte leerlaufende Lokomotive ziehen können, dabei soll die Fahrgeschwindigkeit auf Steigungen von 10 ‰ 40 km/h betragen und die Gesamt-Reisezeit von Riksgränsen bis Kiruna 2 Stunden und 56 Minuten nicht überschreiten.

Das Gesamtgewicht der Lokomotive beträgt 138 t, wobei das Reibungsgewicht sich auf 105 t beläuft. Das Gewicht des mechanischen Teiles beträgt 78 t, das des elektrischen Teiles 60 t, des Motors, ohne Welle und Lager, 13 t und des Transformators einschließlich Öl 10 t. Der Durchmesser der Triebräder beträgt 1100 mm, der Laufräder 750 mm und der Halbmesser der Kurbel 250 mm.

Der Fahrplan setzt eine normale Leistung der Lokomotive voraus. Zwei dieser Güterzuglokomotiven sollen zusammen täglich zwei beladene Züge mit Erz nach Riksgränsen befördern und zwei leere Züge nach Kiruna zurückfahren. Die Lokomotiven müssen sechs Tage hintereinander mit derselben Leistung arbeiten, und jede Lokomotive soll im Jahre mindestens 90 000 km zurücklegen. Der Energieverbrauch darf, nach der von den ausführenden Firmen übernommenen Gewährleistung, 22.6 Wh/tkm bei den Erzzügen und 23.9 Wh/tkm bei leeren Zügen nicht übersteigen, wobei 15 % Spiel, bei einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 1360 kVA bzw. 2150 kVA Höchstverbrauch ohne Anhalten in den Stationen in Rechnung gezogen ist. Es waren ferner im Betriebsvertrage für Unterhaltungskosten 14.2 Pf für das Lokomotivkilometer als Höchstsatz vorgesehen. Der mechanische Teil der Lokomotiven ist von der schwedischen Maschinenfabrik in Falun, die elektrische Ausrüstung von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, geliefert worden.

Die Kurbeln sind aus einem Stück geschmiedet und auf ihre Wellen warm aufgepreßt. Der Lokomotivkasten besteht aus Holz, das mit Stahlblech verkleidet ist. Entsprechend den klimatischen Verhältnissen sind besonders sorgfältig angepaßte Fenster und eine sorgfältig angeordnete Lüftungsanlage vorgesehen. Eine selbsttätig und direkt wirkende Luftdruckbremse dient als Gebrauchs- und Notbremse. Zu ihrem Antrieb ist auf jeder Lokomotivhälfte eine elektrisch angetriebene 7.5 kW-Druckluftpumpe aufgestellt. Die Druckluft wird auch gleichzeitig zur Betätigung der Pfeifen, der Sandstreuer und der elektrischen Apparate verwendet.

Von der einpoligen Fahrleitung wird der 16 000 V-Einphasenstrom mittels zweier Scherenstromabnehmer abgenommen und über die Hauptölschalter den zwei Transformatoren in beiden Hälften der Lokomotive zugeführt.[2]) Die beiden auf den Wagendächern der Lokomotiven sitzenden Stromabnehmer sind durch eine auf dem Dache geführte Kupferleitung elektrisch miteinander verbunden. Die Hauptölschalter sind als Fernschalter ausgebildet und mit Höchstrom-Überlastungsauslösung versehen. Sie können von Hand aus durch entsprechende Drehung eines Lufthahns geschlossen werden.

Die Fahrleitungsspannung von 16 000 V wird in den beiden Einphasentransformatoren auf die Motorspannung von rd. 200 V herabgesetzt und der niedrig gespannte Strom über Schützenschaltern den Triebmotoren zugeführt.

Die Haupttransformatoren sind mit Ölkühlung ausgerüstet und mit 18 Spannungszapfungen auf der Niederspannungsseite sowie einigen Anschlüssen für Hilfsstrom-

[1]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 225, 393; 1917, S. 458.
[2]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 225.

[1]) Siehe auch „ETZ" 1915, S. 394, 395.
[2]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 398 ff.

[1]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 412.
[2]) Vgl. „ETZ" 1915, S. 418.

Digitized by Google

kreise, wie Hilfsmotoren, elektrische Heizung und Beleuchtung, versehen. Um eine ausgiebige Kühlung zu erreichen, werden die Ölbehälter der Transformatoren mit Hilfe einer doppelten Reihe Kühlrohre, die an die Behälter angeschweißt sind, gekühlt. Bevor der Strom zu eingeschaltet usw., bis der Motor die erforderliche Spannung erhält bzw. die Lokomotive die erwünschte Geschwindigkeit erreicht hat. Die Schützenschalter werden vom Führerstande aus mittels schwacher Steuerströme elektromagnetisch betätigt. Der hierzu erforderliche

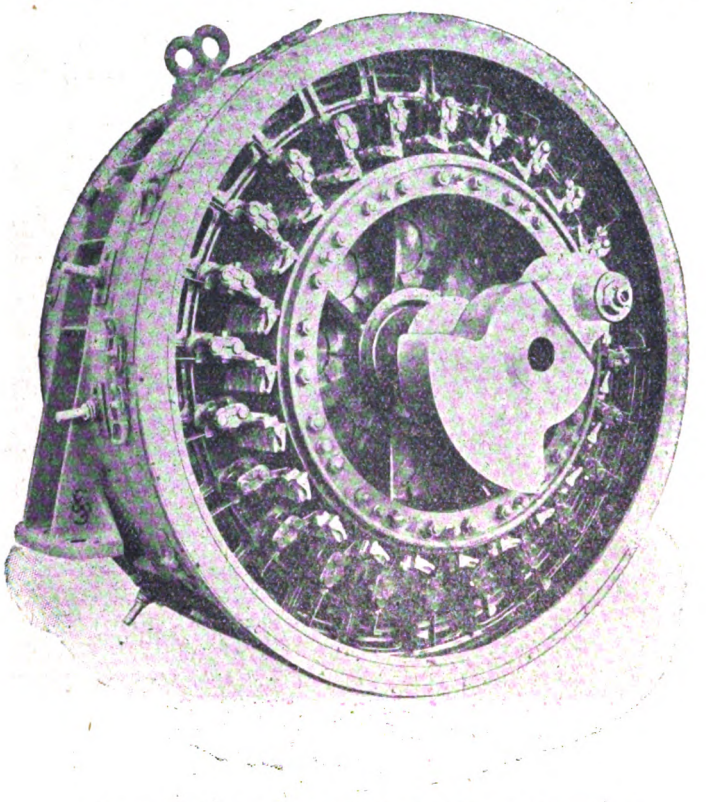


Abb. 2 Triebmotor der S.S.W. für die Güterzuglokomotive der Riksgränsenbahn.

würde. Alle Schützenschalter einer Lokomotivhälfte sind mit den Steuer-, Verriegelungs- und Starkstromleitungen auf einem gemeinsamen Rahmen, der leicht in die Lokomotive eingebaut bzw. aus dieser zur Instandsetzung entfernt werden kann, fest eingebaut. Diese Schaltgerüste konnten in den Werkstätten der Siemens-Schuckertwerke für alle Lokomotiven auf einmal fertiggestellt und montagereif angeliefert werden. Die zwei Führerschalter sind in den beiden Führerständen an den freien Enden der Lokomotiven eingebaut. Sie haben nur die schwachen Steuerströme zu führen, sind möglichst einfach aufgebaut und mit Sicherheitsschaltkurbeln sowie Druckknöpfen für die Hauptschalter versehen. Die Einphasen-Triebmotoren (Abb. 2) sind von den Siemens-Schuckertwerken Berlin als 24-polige Reihenschlußmotoren mit Hilfserregung ohne Widerstandsverbindung zwischen Ankerspulen und Kommutator ausgeführt worden. Sie arbeiten mit einer Durchschnittsspannung von 200 V und normalen Geschwindigkeiten von 190 Min/Umd. bzw. einer Höchstgeschwindigkeit von 300 Min/Umd. Sie nehmen hierbei Strom-

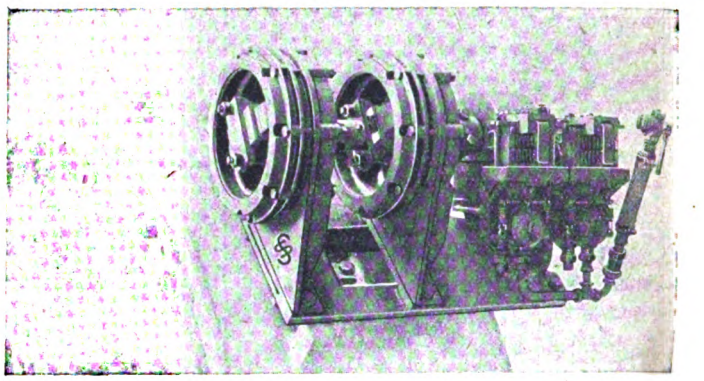


Abb. 3. Fahrtrichtungsschalter der S.S.W.

den Antriebmotoren geführt wird, geht er über eine dreischenklige Drosselspule. Gewöhnlich sind die drei Schenkel dieser Drosselspule mit den drei anstoßenden Anschlüssen am Transformator verbunden. Diese Dreiteilung hat den Zweck, die Schützenschalter des Motorstrom-

Niederspannungsstrom wird ebenfalls einer Anzapfung des Haupttransformators entnommen. Um das Hängenbleiben von Schaltern bzw. Kurzschlüsse im Falle von Fehlschaltungen zu verhindern, sind die Schalter elektrisch miteinander verriegelt. Es muß noch besonders

stärken von annähernd 200 Amp auf, die aber vorübergehend 5000 Amp beim Anlassen erreichen. Die Ständer sind ungeteilt und ermöglichen einen Ein- bzw. Ausbau des ganzen Motors durch das Lokomotivdach. Die Speichensterne der Ständer, Läufer und Kommutatoren

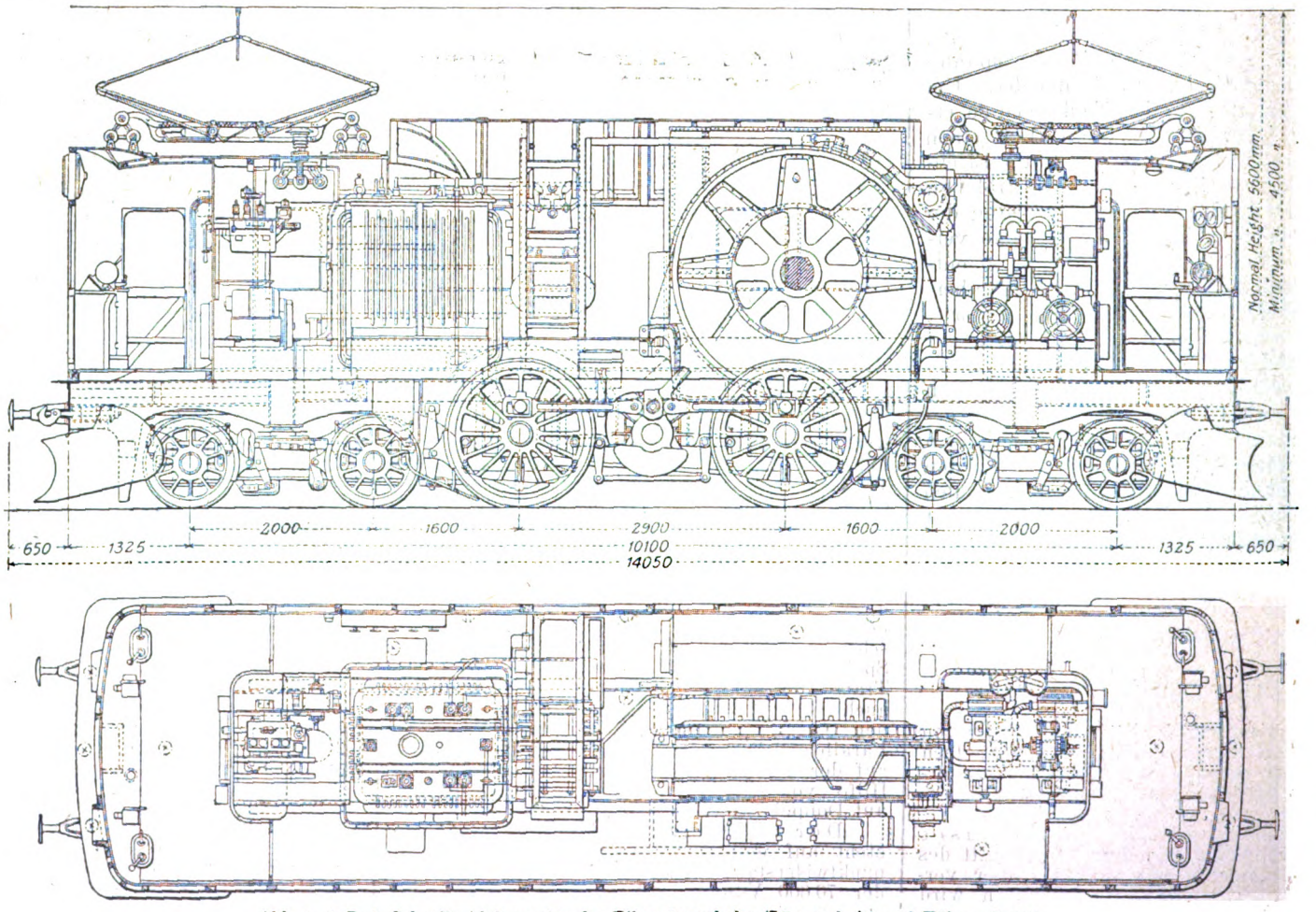


Abb. 4. 2-B-2-Schnellzuglokomotive der Riksgränsenbahn (Längsschnitt und Höhenschnitt).

kreises jeweilig nur mit ⅓ des Gesamtstromes zu belasten. Die Spannungsregelung ist eine sehr feine. Sie wird so vorgenommen, daß auf Schaltstufe 1 die ersten 3 Hüpfer eingeschaltet werden. Bei der zweiten Schaltstufe wird der erste Hüpfer ab- und der vierte Hüpfer

erwähnt werden, daß die Verriegelung so ausgeführt ist, daß der Führerschalter auf eine Zwischenstellungen zurückgedreht werden kann, ohne die Gesamtleistung der Maschine ganz abschalten zu müssen, was dann wieder eine vollkommene Schaltung von Halt aus erfordern

sowie auch die Bürstenbrücke sind aus Stahl hergestellt. Der mittlere Durchmesser des Motors, gemessen in der Mitte des Luftspalts, ist 2000 mm. Besondere Sorgfalt wurde auf die Ausführung der Wicklungen und des Kommutators verwendet. Der Wirkungsgrad des

Digitized by Google

Motors beträgt, bei einer Dauerbelastung von 295 kW, 90 %.

Die Motoren werden mit Druckluft von annähernd 70 mm Druck gekühlt, wozu ein besonderer Ventilator auf jeder Lokomotive vorgesehen ist. Dieser wird von einem 5 kW-Wechselstrommotor angetrieben. Die Kühlluft entweicht durch die Lüftungskanäle im Motor nach der Kommutatorseite zu und von dort wiederum ins Freie. Luftkanäle sind sowohl in den Nuten des Ständers wie auch des Läufers angeordnet. Zum Fahrtrichtungswechsel dient ein mit Druckluft betätigter Umkehrschalter (Abb. 3), der auf dem Motorgehäuse sichtbar befestigt ist. Die Sicherungen und Schalter der Hilfsstromkreise sind auf zwei Schalttafeln in leicht erreichbarer Nähe des Führers im Führerstande angebracht.

Für den Personen- und Postverkehr zwischen Kiruna und der schwedisch-norwegischen Grenze stehen derzeit zwei Schnellzuglokomotiven der Riksgränsenbahn zur Verfügung. Sie haben die Bauart 2-B-2 mit zwei Triebachsen und je einem zweiachsigen Drehgestell an beiden Enden und werden von je einem hochliegenden Motor angetrieben. (Abb. 4.) Eine solche Lokomotive muß eine angehängte Last von 200 t Wagengewicht über die 130 km lange Strecke von Kiruna nach Riksgränsen oder zurück in 2¼ h befördern können. Auf Steigungen von 10 ‰ muß mit dieser Belastung eine Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h und auf der horizontalen mit 100 km/h bei ungünstigsten Witterungsverhältnissen erreicht werden können. Die Maschine muß auf der Strecke Kiruna—Riksgränsen dreimal täglich hin und zurück an 6 Tagon hintereinandor fahren können, ohne übermäßige Erwärmung eines Teiles befürchten zu müssen Es wurden mindestens 100 000 Zugkilometer Jahresleistung für 1 Lokomotive verlangt.

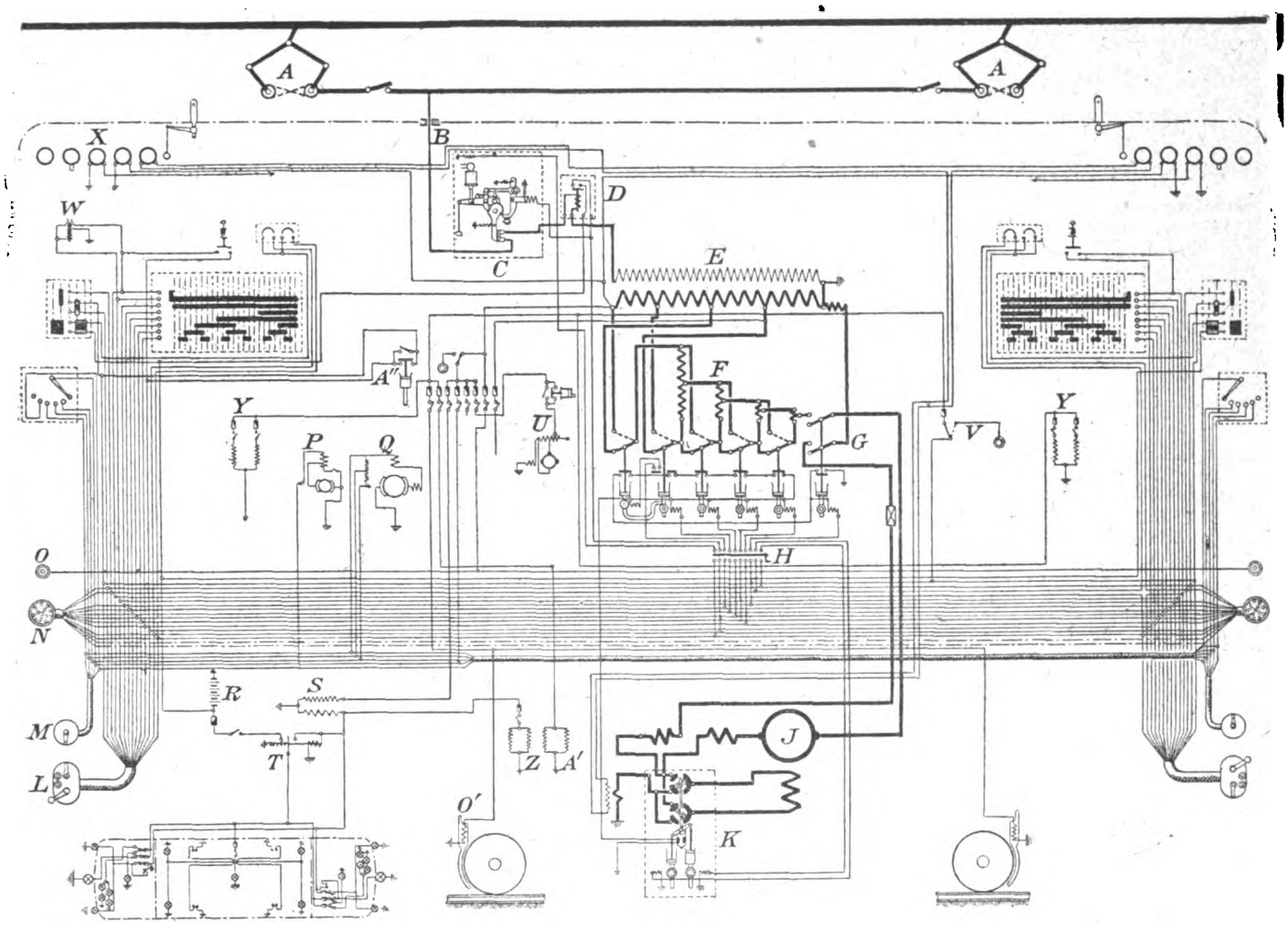
Die Hauptabmessungen der Schnellzuglokomotive sind:

Länge der Lokomotive über den Puffern	14050 mm
Gesamtgewicht	90,0 t
Gewicht des mechanischen Teiles	54,0 t
Gewicht des elektrischen Teiles	36,0 t
Triebachsdruck	16,7 t
Laufachsdruck	14,1 t
Gewicht des Motors ohne Welle und Lager	14,0 t
Gewicht des Transformators einschl. Öl	12,0 t
Durchmesser der Triebräder	1575 mm
Durchmesser der Laufräder	970 mm
Halbmesser der Kurbeln	300 mm

Der mechanische Teil der beiden Schnellzuglokomotiven wurde von der Maschinenfabrik Falun, die elektrische Ausrüstung von der „ASEA", Västerås, ausgeführt. Die letztere hat einen Höchstenergieverbrauch von 31,5 Wh/tkm gewährleistet, wobei die Unterhaltungskosten 11,4 Pf/Lokomotivkilometer nicht überschreiten dürfen. Für die Berechnung des Energieverbrauches wurde ein mittlerer Stromverbrauch von 966 kVA bei einer Geschwindigkeit von 61 km/h und ein Höchststromverbrauch von 1400 kVA mit einem Sicherheitszuschlag von 15 % zugrunde gelegt. Ebenso wie bei den Güterzuglokomotiven ist an jedem der beiden Lokomotivenden ein Führerstand vorhanden. Der Maschinenraum in der Mitte des Lokomotivhauses enthält einen Transformator und den Triebmotor. Der mechanische Teil der Schnellzuglokomotiven ist im Hinblick auf die große Fahrgeschwindigkeit und, um die ganze Lokomotive an den Pufferbohlen hochheben zu können, besonders kräftig gebaut. Da die beiden Seitenschilder eines Lokomotivrahmens wesentlich länger als bei den Güterzuglokomotiven sind, so mußten kräftige Verstärkungen ausgeführt werden. Die den Motor tragenden Rahmenbleche verbinden die Rahmenplatten von oben bis unten. Mit den horizontalen Querblechen bilden diese Querverbindungen um den unteren Teil des Motors einen nach unten geschlossenen Kasten, der so stark bemessen ist, daß jedwede Formveränderung vermieden wird. Die Kurbeln haben einen Halbmesser von 300 mm und sind ebenso wie die der Güterzuglokomotiven gut ausbalanziert.

Als Gebrauchsbremse dient eine Vakuumbremse. Zu ihrem Antrieb sind zwei elektrisch angetriebene Vakuumpumpen vorgesehen, von welchen die eine schnellaufende mit etwa 6 kW die Zugleitung leerpumpt, während die langsam laufende Pumpe von 2,25 kW das Vakuum ständig in der Bremsleitung erhält. Die erstere arbeitet nicht ständig. In der Bremsleitung ist ein Vakuum von 52 cm.

Die elektrische Ausrüstung der Schnellzuglokomotive bzw. der Stromverlauf von den Stromabnehmern bis zur Hochspannungswicklung des Transformators ist, wie aus Abb. 5 zu entnehmen ist, ähnlich ausgeführt wie bei den Güterzuglokomotiven. Der Transformator und der Motor haben aber größere Leistung. Hingegen ist die Steuerung etwas anders angeordnet, obwohl auch bei diesen Lokomotiven die Änderung der Fahrgeschwindigkeit durch Abstufung der dem Motor zugeführten Spannung erreicht wird. Der Triebmotor ist rd. 15 % größer als der der Güterzuglokomotiven, ist ebenso 24polig und hat in der Hauptachse den gleichen mechanischen und elektrischen Aufbau wie dieser. Seine Lüftung ist so angeordnet, daß der auf der freien Motorseite angebrachte Ventilator die erforderliche Kühlluft aus dem Transformatorschacht ansaugt und in eine auf der Kollektorseite liegende Kammer preßt. Die Warmluft kann dann durch Jalousien, die an der Lokomotivwand angebracht sind, ins Freie abziehen. Der Motor hat bei voller Belastung einen Wirkungsgrad von 91 %. Bei einer angehängten Last von 200 t leistet er etwa 630 kW, wobei die Anfahrten nicht mitgerechnet sind. Das Bemerkenswerte an der hier zur Anwendung gekommenen Steuerung[1]) ist die Verbindung der Niederspannungswicklungen des Transformators mit dem Triebmotor durch Fernschalter. 4 Drosselspulen mit 3 Abzweigungen, die mit Hilfe von 6 Doppelschaltern mit- oder gegeneinander verbunden und in den Motorstromkreis geschaltet werden, ermöglichen eine sehr feine Spannungsregelung beziehungsweise Geschwindigkeitsänderungen. Die Verriegelung der mit Luftdruck betätigten Hüpfer ist zur größeren Sicherheit sowohl elektrisch wie mechanisch ausgeführt. Auch der Hauptschalter hat eine doppelte Verriegelung mit den übrigen, damit



Zeichenerklärung:

A Stromabnehmer.	*G* Hauptausschalter.	*N* Vielfachkupplung.	*T* Selbsttätig. Umschalt. f. Licht.	*Y* Heizwiderst. f. Führerhaus.
B Hochspannungseinführung.	*H* Umschalter f. Steuerstromkreis.	*O* Lichtleitungskupplung.	*U* Druckluftpumpenmotor.	*Z* Heizwiderst. f. Wellenlager.
C Hochspannungsausschalter.	*J* Motor.	*P* Motor f. Vakuumleckpumpe.	*V* Doppelpoliger Schalter für Magazinbeleuchtung.	*A'* Heizapparat f. Maschinenraum.
D Hochspannungsrelais.	*K* Umsteuerschalter.	*Q* Motor f. Vakuumluftpumpe.		*A''* Selbsttätiger Umschalter für Steuerstromkreise.
E Haupttransformator.	*L* Fahrschalter.	*R* Batterie f. Notbeleuchtung.	*W* Nullspannungsrelais.	
F Hilfstransformator.	*M* Bremsschalter.	*S* Lichttransformator.	*X* Meßgeräte.	*O'* Sanderhitzer.

Abb. 5. Schaltplan der Personenzuglokomotive.

[1]) S. J. Körner und Henrici, „Teknisk Tidskrift" v. 8. VIII. 1910, S. 104.

Digitized by Google

er nur eingeschaltet werden kann, wenn diese ausgeschaltet sind. Wegen der großen Stromstärken und ihrer Doppelanordnung erschien Druckluftbetätigung dieser großen Schalter wünschenswert. Sie werden in einer Endlage durch starke Federn und in der anderen durch elektrisch gesteuerte Luftkolben festgehalten. Durch Anordnung von Kohlenkontakten konnte auf besondere Funkenlöschung verzichtet werden. Auch bei diesen Lokomotiven wurden, ebenso wie bei den Güterzugmaschinen, alle Fernschalter mit den zugehörigen Schwach- und Starkstromleitungen auf einem gemeinsamen Gestell so befestigt, daß das fertige Schaltgestell im ganzen in der Werkstätte hergestellt und in die Maschine eingebaut werden konnte. Der Vorteil der genannten Steuerung besteht in der Möglichkeit, eine große Anzahl von Abstufungen mit wenig Leitungen und schwachen Steuerströmen zu erreichen. Die elektromagnetische Betätigung der Luftventile erfordert nur wenig Strom und deshalb nur schwache Steuerleitungen. Während für die Güterzuglokomotiven 30 Steuerleitungen, einschließlich der 20 für die Spannungsregelung, erforderlich sind, genügen für die Schnellzuglokomotiven 10 Leitungen einschließlich 6 für die Spannungsregelung. Gegen 18 Fahrstufen bei den Güterzuglokomotiven können, wie aus dem vereinfachten Schaltbild Abb. 6 zu ersehen ist, bei den

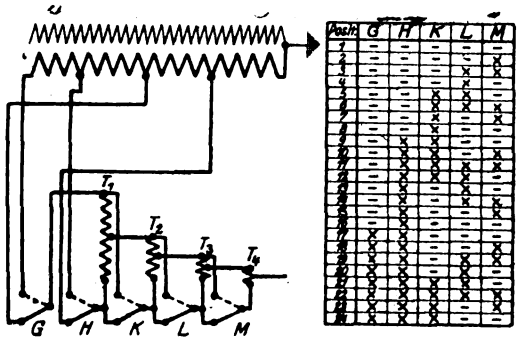


Abb. 6. Schema der Schaltungsmöglichkeiten der Personenzuglokomotive.

Schnellzuglokomotiven 24 Änderungen vorgenommen werden[1]). Eine Schwierigkeit bei Ausführung von mit Luft betätigten Steuerungen besteht im allgemeinen in der Notwendigkeit, alle Dichtungen der Rohrleitungen und Ventile sowohl während des Baues wie auch im Betriebe einwandfrei dicht zu halten. Auch auf die Entwässerung und Reinhaltung der Rohrleitungen von Niederschlagswasser, das im Winter zur Eisbildung Veranlassung geben kann, und auf Staubfreiheit muß geachtet werden. Die erforderliche Druckluft wird von einer 4,5 PS-Druckluftpumpe, Bauart Christensen, geliefert. Die Einrichtungen der Ricksgränsen-Schnellzuglokomotiven sollen bis heute in dieser Hinsicht keinerlei Störungen gezeigt haben.

Der Haupttransformator der Lokomotive hat eine Dauerleistung, ohne besondere Lüftung, von rd. 750 kVA bei einem Wirkungsgrad von 97,5 % und $\cos \varphi = 0{,}8$. Er hat ebenso wie die Transformatoren der Güterzuglokomotiven Kernbauart mit hochkantliegender Niederspannungswicklung und flachkantliegender Hochspannungswicklung. Die Niederspannungsspulen liegen so, daß eine möglichst kleine Streuung eintritt. Der Ölkessel ist zwischen den Rahmenplatten stark versteift und kann zwischen diesen leicht herabgelassen werden. Er ist zur ausgiebigen Kühlung mit zahlreichen Kühlrohren versehen. Rings um den Transformator ist ein offener Lüftungsschacht gelassen, durch welchen die Luft von unten eingesaugt wird.

Die Betriebserfahrungen der Riksgränsenbahn mit sämtlichen Anlagenteilen können als außerordentlich gut bezeichnet werden. Mit der Durchführung der Elektrisierung dieser, vorher mit Dampf betriebenen Bahn war ein erhebliches Risiko verbunden, weil Erfahrungen mit der Anwendung der elektrischen Zugkraft in so großem Ausmaße und unter so schwierigen klimatischen Verhältnissen noch nicht vorlagen. Das Risiko war zweierlei Art: ein technisches und ein wirtschaftliches. Ein technischer Mißerfolg hätte bei der Bedeutung der Bahn für den schwedischen Staat empfindliche betriebstechnische Folgen gehabt; eine wirtschaftliche Enttäuschung hätte den Fortgang der für Schweden so wichtigen Vollbahnelektrisierung vielleicht auf lange Zeit hinaus gehemmt.

Mit größter Erwartung wurde der Inbetriebsetzung der Lokomotiven sowohl in bezug auf die ungewöhnlichen klimatischen Verhältnisse wie auch auf die besonders großen Zuglasten (rd. 2000 t) entgegengesehen. Schon von Anfang an bestand die Absicht, jeden Zug mit 2 Lokomotiven, einer ziehenden und einer nachschiebenden, zu befördern. Während des Sommers 1914 wurden einige Probefahrten mit Hilfe einer vorläufigen Umformeranlage, die im Dampfkraftwerk der Kiruna-Gesellschaft eingerichtet wurde, unternommen. Der Umformer war jedoch für den Betrieb von schweren Zügen mit zwei Lokomotiven zu klein. Diese Probefahrten dienten daher hauptsächlich zur Erprobung der Steuereinrichtungen der Lokomotiven. Erst mit der Eröffnung des Porius-Werkes stand genügend Betriebsstrom zur Verfügung und Züge mit 40 beladenen Wagen und doppelten Lokomotiven konnten befördert werden. Die Ergebnisse der ersten Fahrten waren wenig ermunternd, da aus verschiedenen Gründen, aber vor allen Dingen wegen Mangel an geschulten Lokomotivführern sehr oft Kupplungsbrüche eintraten[1]). Solche Störungen kamen sowohl bei der Ingangsetzung, jedoch häufiger noch während des Betriebes selbst, wie auch beim Bremsen und in Gefällsbrüchen und Gleiskrümmungen vor. Zur Überwindung dieser Schwierigkeiten wurden die Führer besonders eingehend mit der Handhabung der Steuerung vertraut gemacht. Es wurde ferner eine besondere durchgehende Hilfsbremsleitung in den Zügen angebracht, wodurch erreicht wurde, daß die Bremsen stets erst am Zugende und zuletzt bei der vorderen Lokomotive angezogen werden. Seitdem diese, mit dem elektrischen Betriebe eigentlich nicht zusammenhängenden, Änderungen durchgeführt worden waren und die Führer mit der Handhabung der Steuerungen mehr vertraut waren, hat der Betrieb mit 40-Wagen-Zügen zu irgend welchen Störungen nicht mehr Anlaß gegeben.

Der in dieser Polargegend den größten Teil des Jahres reichlich fallende Schnee hat während des Betriebes zu weiteren ernsten Ungelegenheiten nicht geführt. Die Lokomotiven sind, wie oben erwähnt, mit Durchzugsventilation versehen. Es hat sich gezeigt, daß auf diesem Wege Schnee in die Maschine leicht mit eingesaugt werden könnte, weshalb einige kleine Ergänzungen in der Luftzufuhr vorgenommen wurden.

Im Jahre 1915 wurde der elektrische Betrieb aufgenommen und es zeigte sich, daß in technischer Hinsicht die gehegten Erwartungen nicht nur voll erfüllt, sondern in verschiedener Beziehung erheblich übertroffen wurden. Die Anlage erwies sich auch unter den schwierigen klimatischen Verhältnissen als durchaus betriebssicher. Es zeigte sich ferner, daß die den Voranschlägen zugrunde liegende Betriebskostenberechnung unterschritten wurde und daß vor allem eine erhebliche Ersparnis gegenüber dem Dampfbetrieb erzielt wurde. Dieses Ergebnis wurde in der Kriegszeit erreicht, in der die Aufrechterhaltung des Betriebes durch die Schwierigkeit, Betriebsteile in guter Beschaffenheit zu erhalten, erschwert war. Es kam noch hinzu, daß die Betriebskosten dadurch ungünstig beeinflußt wurden, daß der Erzbetrieb wegen der politischen Lage nur unregelmäßig durchgeführt werden konnte und die Kosten für Baustoffe und Löhne erheblich höher waren, als den Betriebskostenvorberechnungen zugrunde gelegt war.

Auf Grund dieses günstigen Ergebnisses schlug die schwedische Staatsbahnverwaltung im Jahre 1916 dem Reichstage vor, die Fortsetzung der Bahn Riksgränsen—Kiruna in südöstlicher Richtung nach Lulea am Bottnischen Meerbusen zu elektrisieren. Sie berechnete dabei die Kohlenersparnis für die Strecke Riksgränsen—Lulea bei vollem Betriebe zu 130 000 t jährlich. Die Ausführung dieser Verlängerung wurde inzwischen in Angriff genommen.

Die weiteren günstigen Erfahrungen haben nun jetzt die Staatsbahnverwaltung veranlaßt, von ihrem Rechte, die Gewährleistung der ausführenden Firmen zu verlängern, nicht Gebrauch zu machen, sondern die Verträge unter Anerkennung der Leistungen als erfüllt zu erklären und den Betrieb selbständig weiterzuführen. Die bisherigen Erfahrungen haben auch gezeigt, daß die militärischen Bedenken, die man früher gegen den elektrischen Betrieb anführte, in den Hintergrund treten müssen. „Die elektrisch betriebenen Züge", hieß es, „sind von der Fahrleitung und den Kraftwerken, die den Strom liefern, abhängig". Eine Fahrleitung, die durch feindlichen Angriff beschädigt wird, ist nun aber viel schneller wiederhergestellt, als der vom Feinde zerstörte Oberbau der Bahn oder gar eine Brücke; und die Kraftwerke sind bei Wasserbetrieb von der Kohlenzufuhr und deren Gefahren unabhängig. Sie können auch so angelegt werden, daß sie der feindlichen Einwirkung entzogen sind. Ein Beispiel für einen Maschinenraum, dem kein feindlicher Flieger etwas anhaben kann, bietet das Kraftwerk Porjus der Bahn Kiruna—Riksgränsen. Der oben beschriebene Maschinenraum, der eine Länge von 95 m und eine Breite von 11 Meter hat, befindet sich 50 m unter der Erdoberfläche. Allerdings waren für diese Anordnung nicht militärische Erwägungen, sondern die Ausnutzung des Stromgefälles für die Wasserturbinen maßgebend. Die Schwierigkeiten beim Bau und entsprechend auch die Kosten waren sehr große, da man den Maschinenraum samt den Zuführungsschächten in harten Fels einsprengen mußte. Und trotz dieser ungewöhnlichen Ausführung konnte mit dem elektrischen Betrieb der Riksgränsbahn das günstige wirtschaftliche Ergebnis erzielt werden. Der Dampflokomotivbetrieb der Riksgränsbahn ist seit langer Zeit vollkommen durch den elektrischen Lokomotivbetrieb ersetzt, wodurch das kohlenarme, aber wasserkraftreiche Schweden große volkswirtschaftliche Vorteile erreicht hat. —*le*—

[1]) Ob eine so feine Regelung der Fahrgeschwindigkeit im Lokomotivbetrieb auf dieser Strecke erforderlich ist, müßte auf Grund des Fahr- und Höhenplanes erst geprüft werden. Was die Steuerleitungen betrifft, kann ein endgültiges Urteil im Vergleich mit anderen Steuerungen nach der Anzahl der Leitungen nicht gegeben werden, wenn man nicht auch die verwendeten Querschnitte kennt. Jedenfalls muß der Einbau von vier großen Drosselspulen auf jeder Lokomotive, wie sie diese Steuerung bedingt, als großes Opfer, das zur Erreichung der feinen Geschwindigkeitsregelung gebracht wurde, bezeichnet werden. D. Ber.

[1]) Siehe Kuntze. „El. Kraftbetr. u. Bahnen" 1916, S. 97.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren.

Ergänzung der Erwärmungsvorschriften.

[W. Rogowski, Arch. f. Elektrot. Bd. 7, S. 41.]

Vidmar hat in „Elektr. u. Maschb." 1918, S. 65, vorgeschlagen, die höchste Temperaturzunahme ϑ_h einer Wicklung nach folgender Formel zu bestimmen:

$$\vartheta_h = 2\,T_m - T_0$$

T_m = mittlere Temperaturzunahme, bezogen auf Luft und gemessen durch Widerstandsänderung,

T_0 = Temperaturzunahme der Wicklungsoberfläche, bezogen auf Luft und gemessen mit dem Thermometer.

Diesen Vorschlag hat er mit dem Nachweise begründet, daß die höchste Temperatur zwischen den Werten $2{,}5\,T_m - 1{,}5\,T_0$ und $1{,}5\,T_m - T_0$ liegen muß.

Rogowski zeigt nun an einem Beispiel, daß diese Grenzen erheblich auseinanderliegen können, daß aber trotzdem der vorgeschlagene Mittelwert für die Praxis, soweit man vom Standpunkte der Rechnung aus urteilen kann, recht brauchbar ist. Denn die obere Grenze gilt für eine elektrisch geheizte Kräuelwicklung, die untere für eine Zylinderwicklung, der Mittelwert für eine Wicklung mit kreisförmigem Wickelquerschnitt (Wulstwicklung). Nun ist aber sicher, daß die in der Praxis vorkommenden Spulenformen im allgemeinen Zwischenstufen zwischen der Zylinderwicklung und der Wicklung mit kreisförmigem Querschnitt bilden oder mit ihr zusammenfallen. Wicklungen dagegen, die als Zwischenstufen zwischen der Wicklung mit kreisförmigem Querschnitt und dem Knäuel aufzufassen sind, kommen im allgemeinen nicht vor. Namentlich nicht solche, die sich dem Knäuel nähern. Der Koeffizient 2 der Vidmarschen Formel dürfte im allgemeinen daher eher zu hoch als zu tief sein, was der Sicherheit wegen nicht unerwünscht ist. *R.*

VEREINSNACHRICHTEN.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 105. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9220.

Betr. Stellenvermittelung.

An die

Behörden, Industrie, Installateure und Elektrizitätswerke.

Um den aus dem Felde oder aus anderen militärischen Dienststellen kommenden Ingenieuren und Elektrotechnikern bei der Beschaffung einer Arbeitsstätte behilflich zu sein, wird für die Zeit der Demobilmachung von uns eine Stellenvermittelung durchgeführt.

Digitized by Google

Wir richten daher an die in Frage kommenden Kreise das Ersuchen, dem

Stellennachweis des V. D. E.
(Geschäftsstelle Berlin SW. 11, Königgrätzer Straße 106)

umgehend Mitteilung zu machen, falls Stellen für Elektroingenieure und Elektrotechniker zu besetzen sind. Notwendig sind ferner genaue Angaben, welche Tätigkeit in Frage kommt, und welche Anforderungen an den Bewerber gestellt werden.

Wir erlauben uns, auf die Bekanntmachung des Reichsamtes für die wirtschaftliche Demobilmachung vom 26. XI. 1918 besonders hinzuweisen, nach der alle Arbeitgeber verpflichtet sind, ihren Bedarf an Arbeitskräften jeweils auf dem schnellsten Wege bei einem nicht gewerbsmäßigen Arbeitsnachweis zur Anmeldung zu bringen.

Betr. Jahrbuch der Elektrotechnik.

Der Jahrgang 1917 des von Strecker herausgegebenen „Jahrbuches der Elektrotechnik" ist kürzlich erschienen und wird den Mitgliedern des Verbandes zum Vorzugspreise von 11 M (statt 22 M) geliefert. Bestellungen sind an die Geschäftsstelle des Verbandes zu richten. Von den früheren Jahrgängen ist noch eine beschränkte Anzahl vorhanden, die zu folgenden Preisen geliefert werden können:

1912	M	4,80
1913	„	6,00
1914	„	6,00
1915	„	9,60
1916	„	9,10

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
Dr.-Ing. G. Dettmar.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Kyser. Der langjährige Oberingenieur der Siemens-Schuckertwerke, Dipl.-Ing. H. Kyser, hat sich in Graudenz als Beratender Ingenieur für Elektrotechnik und Maschinenbau niedergelassen.

Gustav W. Meyer hat sich nach seiner Entlassung aus dem Heeresdienst in Bodenbach a. Elbe als Beratender Ingenieur niedergelassen und dort ein Bureau für technische Beratung eröffnet. Ein spezielles Arbeitsgebiet des Bureaus wird die Untersuchung aller jener Fragen sein, die mit der Wirtschaftlichkeit des elektromotorischen Antriebes und seiner Anwendungen in Industrie und Gewerbe in Zusammenhang stehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit

Gekapselte Motoren.

Die in der „ETZ" 1918, S. 307, erschienene Mitteilung über „neue, gekapselte Motoren" bedarf einer Ergänzung, dahingehend, daß auch in Deutschland vollständig geschlossene Motoren mit einer Kühleinrichtung längst bekannt sind. Die Siemens-Schuckertwerke führen schon seit 1913 Motoren aus, die als Motoren mit Umlaufkühlung bezeichnet werden (vgl. Abb. 1).

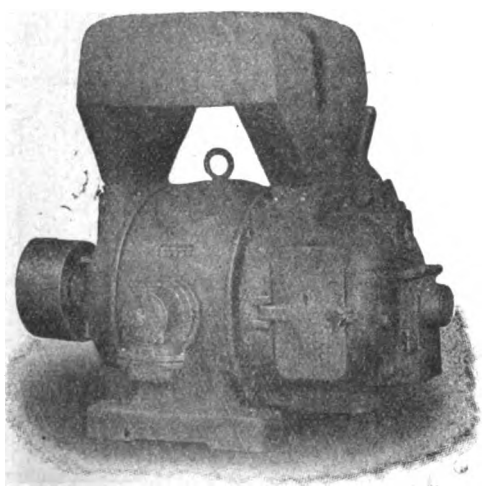


Abb. 1.

Im großen und ganzen sind die Motoren, die durch Gebrauchsmuster geschützt sind, in derselben Weise ausgeführt, wie die in den kleineren Mitteilungen beschriebenen Motoren der „Electromotors Ltd". Während die normal geschlossenen Typen nur eine Leistung von etwa 25 bis 30% der entsprechenden offenen Modelle abgeben konnten, wurde durch das Umlaufrohr eine Heraufsetzung der Leistung bis auf etwa 50% erreicht. Ein Nachteil dieser Ausführungsart war es aber, daß das Umlaufrohr sehr viel Raum beanspruchte und nur bei verhältnismäßig kleinen Maschinen (bis ungefähr 50 kW) angebaut werden konnte, da bei größeren schon die Magnetisierungsverluste und die Lagerreibung eine beträchtliche Erwärmung verursachten.

Diese Beschränkung in der Anwendung des Umlaufrohres führte zu weiteren Konstruktionen, die sich auch für größere Modelle

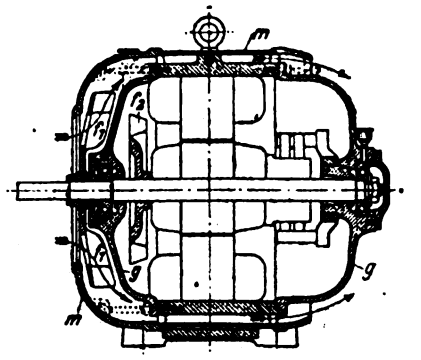


Abb. 2.

verwenden ließen und die Abkühlungsverhältnisse noch vollkommener gestalteten, so daß sich die Leistung der geschlossenen Motoren bis auf 130% der offenen Typen steigern ließ. Einen Hinweis auf die neue Bauart kann man am Schlußsatz des eingangs erwähnten Artikels finden; die Kühlung wird als System der Mantelkühlung bezeichnet.

Die Leistungssteigerung beruht darauf, daß die erzeugte Wärme durch bewegte Luft abgeleitet wird, die aber nicht, wie bei den ventiliert gekapselten Motoren die wärmeerzeugenden inneren Teile wie Spulen, Anker usw. unmittelbar, sondern nur die äußere Mantelfläche der im übrigen geschlossenen Motoren bestreicht. Bei den größeren Motoren, bei denen die Oberfläche des Gehäusemantels für die Abfuhr der gesamten Wärmemenge nicht

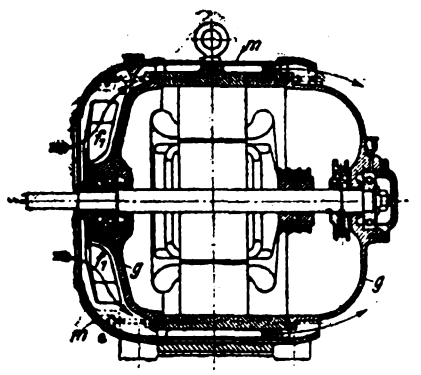


Abb. 3.

mehr ausreicht, sind besondere Maßnahmen nötig, die unten näher beschrieben werden. Es sind also je nach der Motorgröße 2 Ausführungen zu unterscheiden, von denen die größere vorläufig nur für Drehstrommotoren ausgebildet ist.

Um den gewöhnlichen, geschlossenen Motor ist mit angemessenem Luftabstand ein Blechmantel m gelegt (Abb. 2 u. 3). Durch den dadurch entstehenden Hohlraum bläst ein auf der Motorwelle sitzender Ventilator f_1 die äußere Kühlluft in achsialer Richtung hindurch. Die Leistung der so gekühlten Motoren beträgt den offenen Motoren gleichen Modelle gegenüber

Bei Gleichstrom . .	etwa 70 bis	90%
„ Drehstrom . . .	„ 80 „	130%

Das Gewicht ist etwas größer als das des entsprechenden, geschlossenen Motors gleichen Modells, bisheriger Bauart, aber natürlich wesentlich kleiner als das des Modells gleicher Leistung.

Die Lüftungsanordnung geht aus Abb. 4 hervor.

Auf der Welle des Motors sitzt ein Flügelrad l_1, das die im Innern des Motors eingeschlossene Luft durch Löcher im Rotoreisen und durch den Luftspalt zwischen Stator und Rotor hindurchsaugt und alsdann durch einen im Fuße des Motors befindlichen Rippenkühler k zurückdrückt. Dieser Kühler wird anderseits von einem Flügelrad l_2, das die Luft aus dem Betriebsraum ansaugt, angeblasen,

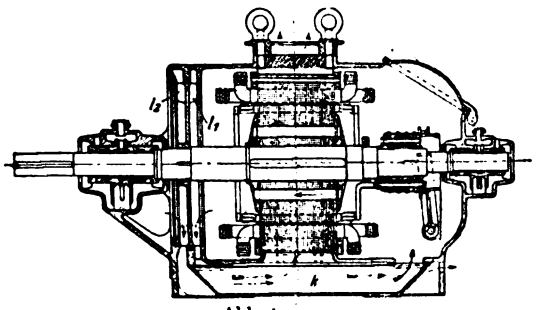


Abb. 4.

wobei ein Teil dieser Kühlluft auch um das Blechpaket des Motors herumgeführt wird und oben am Gehäuse austritt. Die Leistung beträgt den offenen Motoren gleichen Modells gegenüber 80 bis 100%.

Berlin, 25. X. 1918.

Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H.

LITERATUR.

Besprechungen.

Leitfaden der technischen Wärmemechanik. Kurzes Lehrbuch der Mechanik der Gase und Dämpfe und der mechanischen Wärmelehre. Von Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle. Mit 91 Abb., 3 Tafeln. VIII und 215 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geb. 5,60 M.

Für Anfänger, aus dem Felde zurückkehrende jüngere Fachgenossen und alle die, welche eine einfache, keine besonderen mathematischen Vorkenntnisse erfordernde und nicht mit Einzelheiten beladene Darstellung der für den Maschinenbau wichtigen Lehren und Anwendungen der Thermodynamik wünschen, hat W. Schüle das vorliegende Buch geschrieben, einen zum Teil wörtlichen Auszug aus seinem größeren Werk, dem 1. Band der „Technischen Thermodynamik". An dieser Stelle soll nur gesagt werden, daß dem Verfasser sein Vorhaben vorzüglich geglückt ist, und daß es kaum ein anderes Buch gibt, welches so bequem und doch in wissenschaftlicher Form in die technische Thermodynamik einführt. Die Grundlehren der Thermodynamik sind sehr klar dargelegt und durch einfache und einleuchtende, praktische Beispiele erläutert. Das Prinzip der Wirkungsweise der wichtigsten Wärmekraft- und -arbeitsmaschinen (mit Ausnahme der Luft- und Gasverflüssigungsmaschinen) ist anhand einfacher Skizzen und Diagramme in sehr geschickter Weise behandelt. Die wichtigsten Tabellen und graphischen Tafeln des ausführlichen Werkes sind in den „Leitfaden" hinübergenommen. Außer dem üblichen Inhalt thermodynamischer Lehrbücher findet der Leser hier auch das für das Verständnis der Bewegung der Flugzeuge Wichtigste über den Luftwiderstand zusammengestellt. Den Elektrotechniker wird vielleicht am stärksten interessieren die Erläuterung des Wesens und der Wirkungsweise der Dampfturbinen in den letzten Kapiteln des Buches. Diese Kapitel sind besonders gelungen. Nur das letzte, den Gang der Berechnungsweise für die reibungsfreie Überdruckturbine enthaltende Kapitel scheint mir etwas über den Rahmen des „Leitfadens" hinauszugehen. Max Jakob.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Herstellen und Instandhalten elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Ein Leitfaden auch für Nichttechniker unter Mitwirkung von Gottl. Lux und Dr. C. Michalke verfaßt und herausgegeben von S. Frhr. v. Gaisberg. 8. umgearb. und erw. Aufl. Mit 59 Abb. X und 134 S. in 16°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis 3.20 M.

Die Atomtheorie in ihrer neuesten Entwicklung. Sechs Vorträge von Dr. L. Graetz, Professor an der Universität München. Mit 30 Abb. im Text, 88 S. in 8°. Verlag von J. Engelhorns Nachf. Stuttgart 1918. Preis 2,50 M.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Ein Monat nach der Revolution.

Am 9. XI. 1918 ist in Berlin von der Terrasse des Reichstags die deutsche Republik verkündet worden. Eine provisorische Regierung hatte die Führung der Geschäfte übernommen, „um das deutsche Volk vor Bürgerkrieg und Hungersnot zu bewahren und seine berechtigten Forderungen auf Selbstbestimmung durchzusetzen". Und während Throne stürzten, beispiellos harte Waffenstillstandsbedingungen die durch die Revolution geschaffene Lage zum Chaos werden zu lassen drohten, gingen die Wenigen, die diese Gefahr erkannten und Befugnis hatten, daran, den wankenden Bau des Reiches zu stützen. Selbstsucht und Unverstand brachen wie immer bei solchem Anlaß wertvolle Steine aus und suchten im Hauten der gefallenen Scherben schon nach geeigneten Objekten für den eigenen Schattensdrang. Über den Rhein aber zogen, verstaubt und müde, doch unbesiegt, Millionen feldgrauer Kämpfer — der Heimat zu, die sie länger als vier Jahre gegen eine Welt verteidigt hatten.

Mit Recht ist von der neuen Regierung in ihrem ersten Appell furchtloses, unverdrossenes Weiterarbeiten eines jeden auf seinem Posten gefordert worden. Nur dadurch kann es gelingen, die Ernährung und den Fortgang des wirtschaftlichen Lebens zu sichern. Daß es viele gibt, die das nicht einsehen, nicht einmal darüber nachdenken wollen, ist eine der traurigsten Erfahrungen in dieser nach Pflichtgefühl und Menschenwürde geradezu schreienden Zeit.

Noch kurz vor der Revolution hatte der Bundesrat eine Verordnung über die wirtschaftliche Demobilmachung erlassen. Für dies ist nunmehr vom Rat der Volksbeauftragten und dem Arbeiter- und Soldatenrat in Berlin ein Reichsamt (Demobilmachungsamt) unter Führung des früheren Leiters der Kriegsrohstoffabteilung Koeth errichtet worden. Seine Aufgaben zählen zu den wichtigsten, die Erledigung heischen, und alle Zivil- wie Militärbehörden haben Auftrag, den Weisungen Koeths mit größter Beschleunigung Folge zu leisten. Hier handelt es sich vor allem darum, Arbeit zu schaffen, die heimkehrenden Krieger ihren früheren Arbeitsstätten wieder zuzuführen und mit Notstandsarbeiten vorläufig auszuhelfen. Das Amt hatte die bisherigen Verfügungen über Beschlagnahmen, Höchstpreise usw. zunächst bestehen lassen, ebenso die Kriegsrohstoffabteilung, die in seinem Auftrage weiter handelt. Eine eingehende Verordnung Koeths regelt die Erwerbslosenfürsorge.

Wie in politisch unruhigen Zeiten gewöhnlich, waren während der ersten Revolutionswochen Gerüchte verbreitet, daß die Beschlagnahme von Geld, Wertpapieren, Guthaben und Depots, die Annullierung der Kriegsanleihen, die Beseitigung von Rechtsansprüchen der Beamten usw. beabsichtigt sei. Dem ist die Regierung schon am 15. XI. mit einer präzisen Erklärung entgegengetreten, allerdings unter dem Hinweis, daß große Vermögen und Einkommen auf das schärfste zur Deckung der Ausgaben herangezogen werden sollen.

In einer Vereinbarung der Arbeitgeberverbände mit den Gewerkschaften hat man diese als berufene Vertretung der Arbeiterschaft anerkannt. Jeder vom Heeresdienst zurückkehrende Arbeitnehmer besitzt den Anspruch auf die Arbeitsstelle, die er vor dem Kriege hatte. Dafür, daß dem seitens der Arbeitgeber durch Beschaffung von Rohstoffen und Aufträgen voll entsprochen wird, haben die beteiligten beiderseitigen Verbände zu wirken. Für jeden Betrieb mit mindestens 50 Beschäftigten ist ein Arbeiterausschuß einzusetzen, der diese zu vertreten und mit dem Unternehmer darüber zu wachen hat, daß die Verhältnisse des Betriebes nach der Kollektivvereinbarung geregelt werden. Die Arbeitszeit wird auf 8 Stunden ohne Verdienstschmälerung festgesetzt[1]). Ein paritätisch von den Organisationen beider Parteien nach Berufen gegliederter Zentralausschuß, dessen Entscheidung auch grundsätzliche Fragen unterliegen, führt die Vereinbarungen durch und regelt die zur Demobilisierung, zur Aufrechterhaltung des Wirtschaftslebens und zur Sicherung der Existenzmöglichkeit der Arbeitnehmer zu treffenden weiteren Maßnahmen.

Das Demobilisierungsamt hat mit allem Nachdruck auf die unverzügliche Umstellung der Betriebe auf Friedensmaterial hingewirkt, damit unproduktives Arbeiten und Arbeitslosigkeit vermieden werden. Nur ausnahmsweise dürfen noch Kriegsarbeiten vorübergehend als Notarbeiten zu von der Beschaffungsbehörde zu bestimmenden Preisen fortgesetzt werden, wobei eine Gewinnerzielung indes nicht in Frage kommen kann. Ein Anspruch auf entgangenen Gewinn wegen nicht ausgeführter Kriegsaufträge steht den Lieferern gegen die Auftraggeber nicht zu, doch wird die Möglichkeit einer Einigung über die Auflösung bezüglicher Verträge belassen. Auch die Zulässigkeit der Enteignung von Grundeigentum und von Rechten daran, das von Korporationen des öffentlichen Rechts zur Verhütung von Störungen des Wirtschaftslebens durch Vornahme von Notstandsarbeiten beansprucht wird, hat das Demobilisierungsamt anerkannt. Wumba-Bewirtschaftung von Werkzeugmaschinen — die Richtlinien über die Preisbildung dieser bleiben vorläufig bestehen —, elektrischen Maschinen usw. und die entsprechenden Verordnungen wurden aufgehoben. Dasselbe ist hinsichtlich einzelner Beschlagnahmebestimmungen für Metalle geschehen, durch die die Verwendung metallischer Rohstoffe beschränkt war. Zunächst waren 20% der bisher festgelegten Metallbestände für Friedensarbeit freigegeben worden.

Für die Wahrnehmung der politischen und wirtschaftlichen Interessen von Arbeitern und Angestellten hat der Vollzugsrat des A.- und S.-Rates Groß-Berlins die Wahl von Betriebsräten angeordnet, die gemeinsam mit der Leitung bzw. Direktion wirken sollen. In wirtschaftlichen Fragen müssen sie sich mit den Gewerkschaften verständigen. Besonders wichtig unter den für sie aufgestellten Richtlinien ist, daß die Sozialisierung der Betriebe nur von der sozialistischen Regierung systematisch und organisch in Berücksichtigung der gesamten inneren und außenpolitischen Verhältnisse vorgenommen werden darf, und daß die Frage der Akkordarbeit bis zum Wiederaufbau eines geregelten Wirtschaftslebens zurückgestellt werden soll.

Das hier erwähnte Problem der Sozialisierung der Betriebe hat außerordentliche Bedeutung. Es jetzt, wie es einige Heißsporne wünschen, Hals über Kopf verwirklichen zu wollen, wäre höchste Unklugheit und teilweise gleichbedeutend mit absichtlicher Zerrüttung unserer Industrie. Ebenso wie es unter den z. Zt. obwaltenden, gänzlich provisorischen Umständen absolute Notwendigkeit ist, an den Kreditverhältnissen und -einrichtungen nicht zu rühren, ebenso dringend gebietet die Lage, alles zu vermeiden, was ein ungestörtes, intensives und möglichst erfolgreiches Weiterarbeiten der industriellen Betriebe beeinträchtigen könnte. Erst wenn sie uns über den Berg geholfen haben, darf man daran denken, auf Grund sorgsamster, von Sachverständigen vorgenommener Prüfungen der Vergesellschaftung einzelner Werke näherzutreten. Kein Arbeiter ist heute imstande, sich ein einigermaßen zutreffendes Bild von den Folgen solcher Maßnahmen zu machen, zumal in einer Zeit, wo zahlreiche Arbeitnehmer auf dem besten Wege sind, durch hemmungslose Lohnforderungen den Ast abzuschneiden, auf dem sie sitzen. Rechne man doch einmal für eine Gesellschaft wie die A.E.G. 80 000 Beschäftigte. Erhalten diese bei achtstündiger Arbeitszeit durchschnittlich nur 20 Pf Zulage für die Stunde, so ergibt sich ein Mehraufwand von rd 38 Millionen M — der Reingewinn des Unternehmens betrug 1917/1918: 37 Millionen M.

Wie gering die Einsicht gerade in dieser Beziehung bei einem Teil derjenigen ist, denen die neuen Verhältnisse zugute kommen sollen, zeigen die Streiks in den Kohlenrevieren, wo Unersättlichkeit und Eigennutz alle Bemühungen, das Verkehrswesen einigermaßen wieder zu ordnen, die Nahrungsmittelzufuhr zu regeln, die Tätigkeit in den Fabriken aufrecht zu erhalten, angesichts des zum Einmarsch bereiten Feindes zuschanden machen. Schon jetzt haben sich Kriegsamtstelle und Kohlenverband infolge des Kohlenmangels gezwungen gesehen, für die Stadtkreise Berlin, Charlottenburg u. a. einschneidende, zahlreiche Gewerbe erheblich schädigende Notstandsbestimmungen für die Entnahme von Gas und elektrischer Arbeit zu treffen. „Wenn je in diesem Kriege das Gebot: dem Ganzen dienen! Erfüllung heischte, so jetzt in der schwersten Not des Vaterlandes." Dieses Wort des Reichsbankpräsidenten Dr. Havenstein, das veranlaßt worden ist durch unbesonnenes Aufspeichern baren Geldes seitens der Bevölkerung, gilt heute für jedermann, sei er Arbeitnehmer oder Arbeitgeber. „Die deutsche Wirtschaft kann nur leben, wenn sie arbeitet", und ohne sie ist ein Volk von 70 Millionen am Ende. *M.*

[1]) Eine besondere Anordnung vom 23. XI. regelt die Arbeitszeit gewerblicher Arbeiter im einzelnen.

Übergangswirtschaft.

Zur Durchführung einer geregelten Verwertung freiwerdenden Heeresgerätes jeder Art ist im Bereiche des Reichsschatzamtes das Verwertungsamt für freiwerdende Heeres-, Marine- und sonstige reichseigene Güter zu Berlin (NW. 7, Unter den Linden 78) errichtet worden. Das Amt wird Zweiganstalten in allen Bundesstaaten und an den größeren Plätzen des Reiches begründen.

— Die Bekanntmachungen des Reichskanzlers über Höchstpreise für Metalle und über Preisbeschränkungen bei metallischen Produkten vom 31. VII. 1916 sind am 27. XI. 1918 außer Kraft gesetzt worden.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Berliner Elektricitäts-Werke, Berlin[1]). Nach dem Bericht über das am 30. VI. 1918 abgelaufene Geschäftsjahr 1917/18 betrug der Geschäftsgewinn 8,728 Mill. M (8,167 i. V.). Dem stehen gegenüber Handlungsunkosten mit 87 293 M (180 730 i. V.), Steuern mit 0,806 Mill. M (1,019 i. V.), Schuldverschreibungszinsen mit 2,284 Mill. M (2,384 i. V.), und es ergibt sich ein Reingewinn einschl. Vortrag von 5,749 Mill. M (4,877 i. V.), aus dem auf 20 Mill. M Vorzugsaktien 4½% (wie i. V.) und auf 44,1 Mill. M Stammaktien 10% (8 i. V.) Dividende gezahlt werden; der Aufsichtsrat erhält 0,144 Mill. M (0,101 i. V.), Wohlfahrtseinrichtungen 51 393 M (50 000 i. V.), vorgetragen werden 0,244 Mill. M (0,299 i. V.). In der mit 135,414 Mill. M (134,499 i. V.) abschließenden Bilanz stehen Effekten und Beteiligungen mit 70,162 Mill. M (59,442 i. V.), Unterstützungskasse für Beamte und Arbeiter mit 0,313 Mill. M (0,322 i. V.), Guthaben bei befreundeten Gesellschaften mit 64,910 Mill. M (74,348 i. V.), Schuldnern mit 28 460 M (67 589 i. V.) stehen Gläubiger mit 0,568 Mill. M (0,507 i. V.) gegenüber. -z.

Außenhandel.

Der Außenhandel der Vereinigten Staaten.[1]) Nachstehend sind die Ergebnisse der Rechnungsjahre (1. Juli bis 30. Juni) 1913 bis 1918 für die Ausfuhr der elektrotechnischen Industrie der Vereinigten Staaten zusammengestellt. Nähere Einzelheiten sind für die letzten beiden Rechnungsjahre in Tafel 2 gegeben. Bemerkenswert ist die Steigerung der Ausfuhr von Batterien, die von 0,685 Mill. $ i. J. 1914 auf 3,352 Mill. $ i. J. 1918 anstieg. Die inzwischen eingetretene Preissteigerung spielt hierbei natürlich eine erhebliche Rolle. Die Glühlampenausfuhr betrug i. J. 1913 1,363 Mill. Stück im Werte von 0,395 Mill. $ und i. J. 1918 14,866 Mill. Stück im Werte von 3,183 Mill. $.

Zahlentafel 1.

	Ausfuhr Mill. Doll.
1913	26,773
1914	25,061
1915	19,772
1916	30,257
1917	51,904
1918	54,528

Zahlentafel 2.

Gegenstand	1000 Dollar		
	1916	1917	1918
Batterien	?	3 010	3 352
Stromerzeuger	2 773	2 555	2 688
Elektromotoren	3 798	5 890	6 599
Transformatoren	?	1 265	2 286
Ventilatoren	359	483	818
Isolierte Drähte u. Kabel	?	7 192	5 716
Installationsmaterial u. Beleuchtungskörper	?	1 124	1 532
Schalter und Zubehör	?	?	2 229
Kohlen	?	?	1 525
Bogenlampen	186	16	13
Kohlenfadenlampen	228	157	145
Metallfadenlampen	395	2 144	3 183
Meßgeräte	?	1 039	1 592
Telegraphenapparate einschl. drahtloser	215	539	294
Fernsprechapparate	1 372	1 954	2 567
Heiz- u. Kochapparate	?	?	534
Zündapparate	?	?	3 167
Widerstände und Regler	?	?	212
Sonstiges	17 447	24 537	16 124
Insgesamt	26 773	51 904	54 528

[1]) Bericht über 1916/17 vgl. „ETZ" 1917, S. 552.
[1]) Nach „Electrical World", Bd. 72, S. 572. Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 320, 412.

Abschluß des Heftes: 7. Dezember 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: H. O. Schmeer in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 19. Dezember 1918.** **Heft 51.**

Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme.[1])

Von Reinhold Rüdenberg, Berlin-Westend.

(Schluß von S. 495.)

Um ein klares Bild aller Verhältnisse zu erhalten, ist die formelle Berechnung der Stromverdrängung nötig. Für die Widerstandsvermehrung sind fertige Formeln von Field[2]), Sommerfeld[3]) und Emde[4]) gegeben worden, die wir ohne weiteres benutzen können. Für die Berechnung der Streuungsverminderung gab Emde[5]) die Grundlegung, aus der sich die untenstehenden Formeln entwickeln lassen.[6]) Wir wollen annehmen, daß, entsprechend Abb. 21, m Teilleiter in jeder Nut übereinander liegen, die die Breite b_k und die Höhe h_k besitzen, so daß ihre gesamte Leiterhöhe t_k ist, während die Nutenbreite b_n genannt sei. Mit dem spezifischen Widerstand s im absoluten elektromagnetischen Maß (für warmes Kupfer $= 10^9/50$) und der sekundlichen Frequenz f kann man dann zur Vereinfachung der Anschauung eine „numerische Stabhöhe" definieren durch:

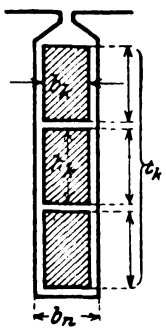


Abb. 21.

$$\xi = 2\pi\, h_k \sqrt{\frac{b_k}{b_n}\,\frac{f}{s}} \quad . \quad . \quad . \quad (16$$

Dieselbe ist für 50 Per/s und Kupfer als Leitermaterial bei annähernd gleichen Stab- und Nutenbreiten nahezu gleich der Teilleiterhöhe in cm. Ebenso wollen wir das m-fache dieses Wertes als „numerische Nutentiefe":

$$T = m\,\xi = 2\pi\, t_k \sqrt{\frac{b_k}{b_n}\,\frac{f}{s}} \quad . \quad . \quad (17$$

bezeichnen. Diese Größe führen wir ein, weil sie uns den besten Überblick über die Abhängigkeit der Widerstands- und Streuungsveränderung von der Bauweise des Motors liefert. Sie ist für dieselben praktischen Verhältnisse nahezu gleich der wirklichen Nutentiefe in cm. Um die Abhängigkeit von Widerstand und Streuung von der Schlüpfung zu übersehen, führen wir weiterhin das Quadrat des letzten Ausdruckes als „numerische Frequenz":

$$F = (m\,\xi)^2 = 4\pi^2\, t_k^2\, \frac{b_k}{b_n}\,\frac{f}{s} \quad . \quad . \quad (18$$

ein, ein Wert, der sich bei gegebenen Abmessungen der Nuten und Leiter genau proportional der wirklichen Frequenz ändert.

Für das Verhältnis des Wechselstromwiderstandes zum Gleichstromwiderstande, also für die Widerstandsvermehrung, erhält man dann die bekannte Beziehung:

$$\frac{\varrho}{\varrho_0} = \varphi(\xi) + \frac{m^2-1}{3}\,\psi(\xi) \quad . \quad . \quad (19$$

worin die Funktionen:

$$\varphi(\xi) = \xi\,\frac{\mathfrak{Sin}\,2\xi + \sin 2\xi}{\mathfrak{Cof}\,2\xi - \cos 2\xi} \quad . \quad . \quad (20$$

und

$$\psi(\xi) = 2\,\xi\,\frac{\mathfrak{Sin}\,\xi - \sin\xi}{\mathfrak{Cof}\,\xi + \cos\xi} \quad . \quad . \quad (21$$

nur abhängig von der numerischen Stabhöhe sind und durch Abb. 22 veranschaulicht werden. Für das Verhältnis der Wechselstromstreuung der Nuten zu der Streuung bei sehr niedriger Frequenz oder Gleichstromdurchfluß kann man aus den eben erwähnten Emdeschen Formeln die Beziehung herleiten:

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{1}{m^2}\,\lambda(\xi) + \frac{m^2-1}{m^2}\,\mu(\xi) \quad . \quad . \quad (22$$

wobei die Funktionen:

$$\lambda(\xi) = \frac{3}{2\,\xi}\,\frac{\mathfrak{Sin}\,2\xi - \sin 2\xi}{\mathfrak{Cof}\,2\xi - \cos 2\xi} \quad . \quad . \quad (23$$

und

$$\mu(\xi) = \frac{1}{\xi}\,\frac{\mathfrak{Sin}\,\xi + \sin\xi}{\mathfrak{Cof}\,\xi + \cos\xi} \quad . \quad . \quad (24$$

ähnlich wie die ebengenannten aufgebaut sind und auch nur von der numerischen Stabhöhe abhängen. Sie sind in Abb. 23 veranschaulicht. Wir sehen aus den Abbildungen, daß der Wechselstromwiderstand mit zunehmender Stabhöhe erst langsam, dann stärker ansteigt, und daß die Streuung mit zunehmender Stabhöhe ebenfalls erst langsam, dann jedoch sehr schnell abfällt, um schließlich sehr kleine Werte zu erreichen. Die Abhängigkeit ist für verschiedene Teilleiterzahlen m, wie aus Formel (19) und (22) hervorgeht, recht verschieden. Sie ist deshalb ausgerechnet worden und in Abb. 24 und 25 als Kurvenschar für die verschiedenen Stabzahlen dargestellt, u. zw. in Abhängigkeit einerseits von der numerischen Nutentiefe T, anderseits von der numerischen Frequenz F. Das erste dient zur Beurteilung der verschiedenartigen Bauweisen der Anker, das zweite zur Beurteilung der Wirkung verschiedener Schlüpfungen.

Man erkennt, daß der Widerstand sich bei erheblichen Nutentiefen mit zunehmender Stabzahl stärker und stärker ändert, die Streuung jedoch nur weniger. Für jede numerische Nutentiefe T ergibt sich bei einer ganz bestimmten Stabzerteilung m ein Optimum für die Widerstandsvermehrung. Beispielsweise wird man bei $T = 4$ den größten Anlaufwiderstand mit 2 Teilleitern erzielen, bei $T = 9$ mit 4 Teilleitern usw. Das führt auf die Verwendung von numerischen Höhen ξ jedes Teileiters von 2 bis 2,5, wenn man größte Widerstandsvermehrung erzielen will. Die Streuung hat jedoch, wie Abb. 25 zeigt, keinen Miminalwert, sondern sinkt bei einer Stabtiefe von 2,5 und der entsprechenden m-fachen numerischen Nutentiefe noch sehr erheblich, so daß man für den Bau der Motoren unter gemeinsamer Berücksichtigung von Widerstandsvermehrung und Streuungsverminderung die Stabtiefe größer als 2,5 nehmen sollte. Wünscht man, einen Motor mit einer ganz bestimmten Widerstandsvermehrung und Streuungsverminderung des Läufers zwischen Stillstand und synchronem Lauf

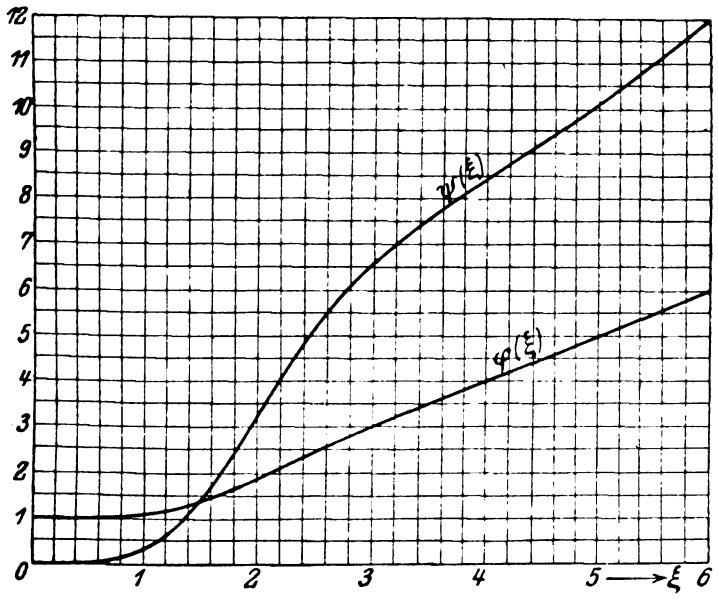


Abb. 22. Hilfsfunktionen für den Nutenwiderstand.

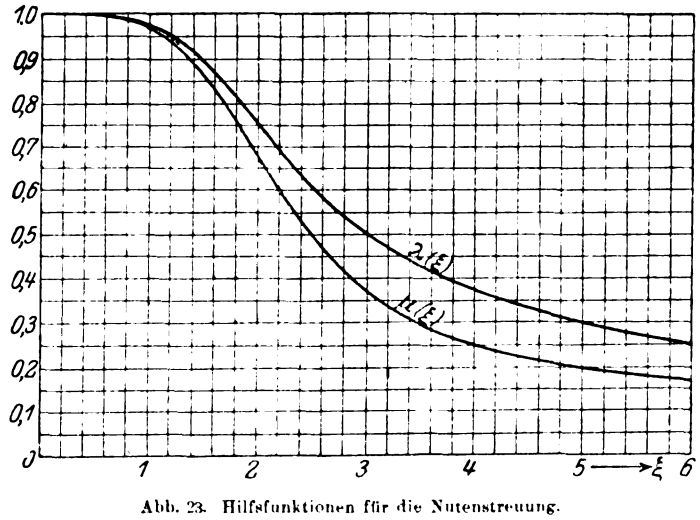


Abb. 23. Hilfsfunktionen für die Nutenstreuung.

[1]) Vortrag, gehalten vor dem Elektrotechnischen Verein, Berlin, am 29. I. 1918. Vgl. „ETZ" 1918, S. 91. Die Aussprache ist auf S. 510 abgedruckt.

[2]) A. B. Field, „Americ. Proceed." 1905, Bd. 24, S. 659.

[3]) A. Sommerfeld, „Ann. d. Phys." 1911, Bd. 15, S. 673.

[4]) F. Emde, „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1908, S. 703, 728.

[5]) F. Emde, „Elektrotechn. u. Maschinenb." 1909, S. 114.

[6]) Die Verwendung tiefer Nuten für den Anlauf ist zuerst erwähnt von L. D. Jones, „General Electr. Review" 1918, S. 228.

Digitized by Google

auszuführen, so kann man nach den linken Kurven der Abb. 24 und 25 mit Leichtigkeit eine passende, numerische Nutentiefe und Stabzahl auswählen, aus der sich alsdann nach Gl. (17) die Nuten- und Leiterverhältnisse berechnen lassen. Wünscht man dann, Widerstand und Streuung zur Berechnung der Motoreigenschaften zwischen Stillstand und synchronem Lauf für die verschiedenen Schlupffrequenzen auszurechnen, so kann man nach Gl. (18) für jede Schlüpfung die zugehörige numerische Frequenz ausrechnen und erhält aus der rechts stehenden Kurvenschar der Abb. 24 und 25 die zugehörigen Relativwerte von Widerstand und Streuung.

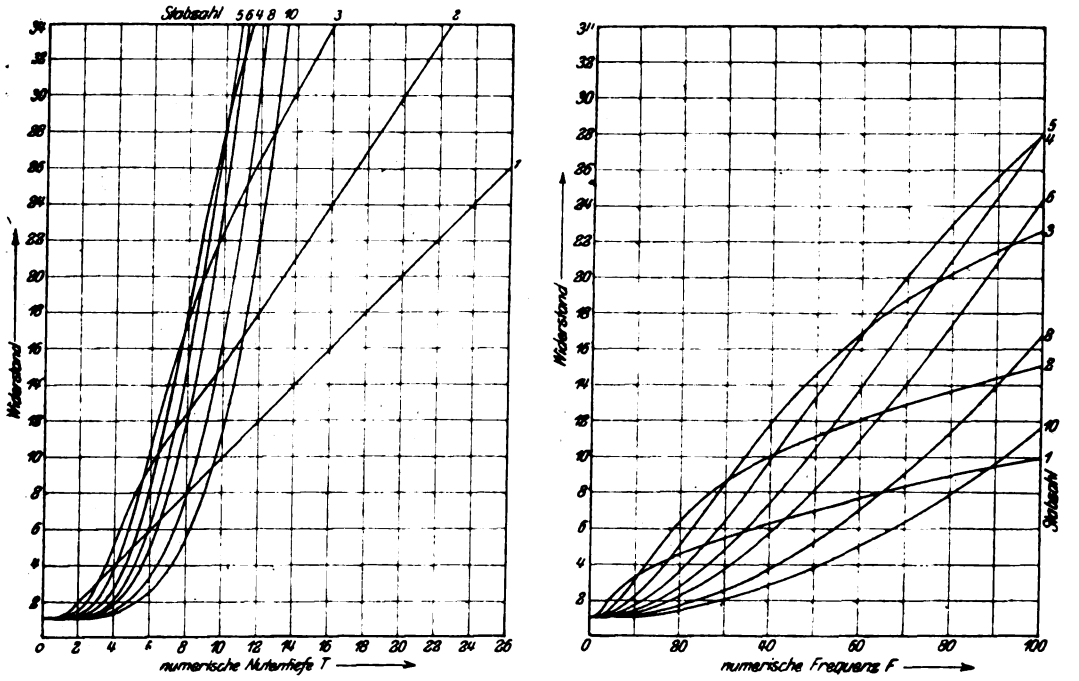


Abb. 24. Wechselstromwiderstand von Ankerleitern, abhängig von Nutentiefe und Frequenz.

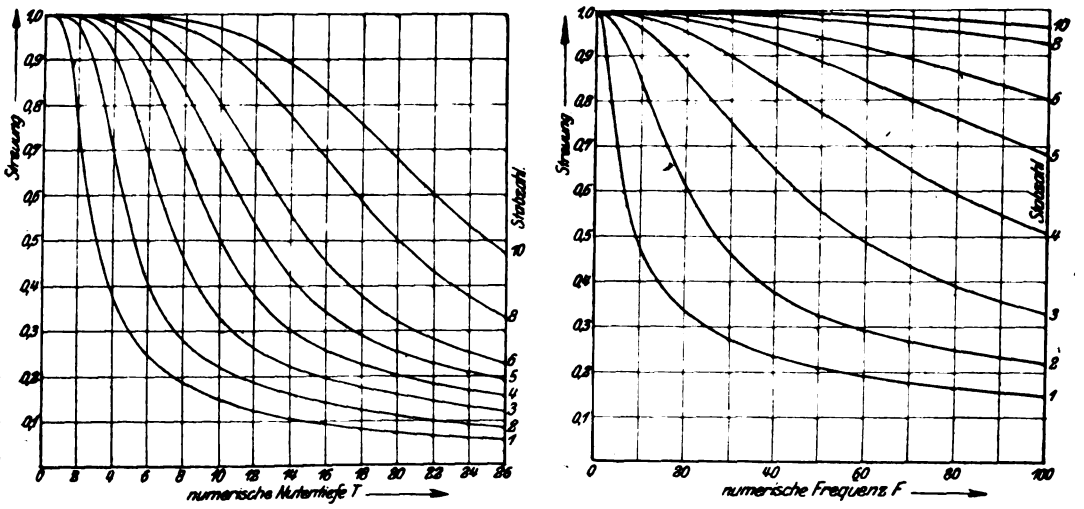


Abb. 25. Wechselstromstreuung von Ankerleitern, abhängig von Nutentiefe und Frequenz.

Zur vollständigen Bestimmung der Nuten- und Stabdimensionen muß man natürlich noch festlegen, mit welchen Werten von Widerstand und Streuung des Läufers man im Synchronismus zu arbeiten wünscht. Bezeichnet man mit B die Amplitude der Sinusfeld-Luftspalt-Induktion des leerlaufenden Motors in Gauß, mit A_1 und A_2 den Strombelag des Ständers und Läufers in A/cm, mit ϑ und τ Nutenteilung und Polteilung des Läufers, mit λ das Verhältnis von inaktiver oder Stirnlänge zu aktiver Nutenlänge der Läuferleiter, so ergeben sich mit den Maßen der Abb. 26 für die Synchronismusnähe, also den normalen Betriebszustand, der durch den Index 0 hervorgehoben sein soll, die Beziehungen:

Abb. 26.

für den Läuferwiderstand:

$$\varrho_0 = \frac{1}{10\sqrt{2}} \frac{\vartheta}{\tau} \frac{(1+\lambda)\, s\, A_2}{f\, b_k\, t_k\, B} \quad . \quad . \quad (25$$

und für die Läufernutenstreuung:

$$\sigma_0'' = \frac{2\sqrt{2}\,\pi^2}{15} \frac{\vartheta}{\tau} \frac{t_n}{b_n} \frac{A_2}{B} \quad . \quad . \quad . \quad (26$$

ε bedeutet dabei die Streuspannung in Bruchteilen der Netzspannung und ϱ den Läuferwiderstand in Bruchteilen des normalen Wertes von $\frac{E_2}{J_2}$. Es sei eingeschoben, daß sich für den Magnetisierungsstrom des Motors für den Luftspalt δ in Bruchteilen des Normalstromes die Beziehung:

$$\mu = \frac{5\pi}{6\sqrt{2}} \frac{\delta}{\tau} \frac{B}{A_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (27$$

ergibt.

Die Berechnung vollständiger Motoren und ihrer Betriebskurven geschieht am einfachsten nach Näherungsformeln, in denen wir die Wirkung des Ständerwiderstandes, der Eisensättigung, der Eisenverluste, der Abweichung der Ströme und Felder von der Sinusform und Rechnungsglieder entsprechender Größenordnung vernachlässigen wollen. Es ergeben sich dann für die relativen Werte des Drehmomentes D und des Ständerstromes J im Verhältnis zu deren normalen Werten D_0 und J_0 beim Betrieb des Motors mit Normallast sehr einfache Beziehungen, da die Werte außer vom Leistungsfaktor $\cos\varphi$ bei Normallast nur noch von der relativen Schlüpfung σ, von der relativen Streuung ε, vom relativen Läuferwiderstand ϱ und vom relativen Magnetisierungsstrom μ abhängig sind. Abb. 27

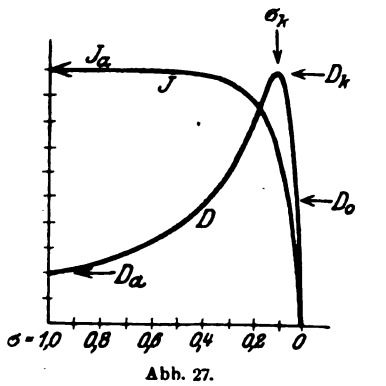


Abb. 27.

stellt den Verlauf von Drehmoment und Ständerstrom, abhängig von der Schlüpfung, für einen Motor mit konstanten Widerständen und Streuungen graphisch dar. Für beliebig veränderliche Werte ergibt sich dann:

für das Drehmoment:

$$\frac{D}{D_0} = \frac{2}{1+\cos\varphi} \frac{\sigma\varrho}{\varrho^2+\sigma^2\varepsilon^2} \quad . \quad . \quad (28$$

und für den Ständerstrom:

$$\frac{J}{J_0} = \sqrt{\frac{\sigma^2+\varrho^2\mu^2}{\sigma^2\varepsilon^2+\varrho^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29$$

Das höchste Moment ist bei einer Schlüpfung:

$$\sigma_k = \frac{\varrho}{\varepsilon} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (30$$

vorhanden; das Kippmoment beträgt dann:

$$\frac{D_k}{D_0} = \frac{\frac{1}{\varepsilon}}{1+\cos\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad (31$$

Das Anlaufmoment errechnet sich anderseits aus:

$$\frac{D_a}{D_0} = \frac{2\varrho}{1+\cos\varphi} \frac{\varrho}{\varrho^2+\varepsilon^2} \quad . \quad . \quad (32$$

und der Anlaufstrom aus:

$$\frac{J_a}{J_0} = \sqrt{\frac{1+\varrho^2\mu^2}{\varepsilon^2+\varrho^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33$$

Auf die Herleitung der Formeln soll hier nicht eingegangen werden, da sie aus der üblichen Theorie des asynchronen Motors leicht zu folgern sind, wenn sie sich auch in dieser einfachen Form meines Wissens in der Literatur noch nirgends vorfinden. Nützlich zur Beurteilung der Anlaufverhältnisse kann auch noch die Beziehung sein:

$$\text{Anlauf-kVA} = \sqrt{1+\frac{\varepsilon^2}{\varrho^2}} \cdot \text{Drehmoment-kW.} \quad (34$$

Mit diesen allgemeinen Näherungsformeln für Asynchronmotoren mit veränderlichen Widerständen und Streuungen sind nun die Drehmomentskurven für einen bestimmten Motor von 25 kW Leistung bei 600 Umdr/min

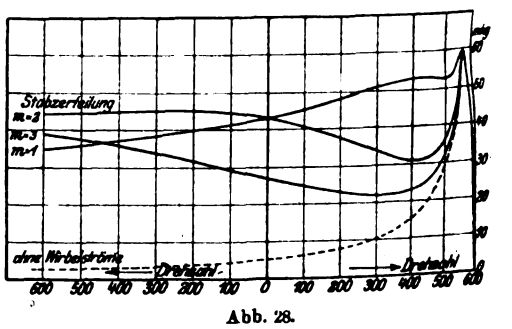


Abb. 28.

berechnet und in Abb. 28 aufgetragen. Dieser Motor stellt als Langsamläufer für den besprochenen Verwendungszweck einen nicht

Digitized by Google

übermäßig günstigen Fall dar. Trotzdem ergeben sich hier die typischen Eigenschaften des Wirbelstromankers aus Abb. 28 mit großer Deutlichkeit. Der Motor hat sehr große Anfahrmomente und sehr große Bremsmomente bei Gegenlauf, sowohl für einfache Stäbe, wie auch für zwei- oder dreifache Stabzerteilung. Die Momente sind viel größer als ohne Verwertung der Wirbelstromwirkung im Läufer. Als Beispiel erhält man für das Bremsmoment beim Gegenlauf im Höchstfalle das $\frac{45}{2{,}5}$ = 18-fache Drehmoment wie ohne Wirbelströme. Die merkwürdig geformten Kurven für die Drehmomente entstehen durch das gleichzeitige Spiel der veränderlichen Widerstände und Streuungen. Bei Lauf zwischen Null und voller Drehzahl erscheint der einfache Läuferstab mit $m = 1$ am günstigsten, beim Bremsen mit Gegenlauf ist $m = 2$ vorzuziehen. Durch besondere bauliche Maßnahmen ist es auch möglich, Zwischenwerte für die Stabzerteilung zu erzielen. Beispielsweise kann man durch eine passende Zahl von Einsägungen in die Stäbe nach Abb. 20 bequem 1,5-fache und andere Stabzerteilung herstellen, wobei sich alsdann Zwischenkurven für die Drehmomente der Abb. 28 ergeben.

An einigen Messungen soll nun gezeigt werden, welche Verhältnisse praktisch ausgeführte Motoren ergeben. Abb. 29 zeigt den

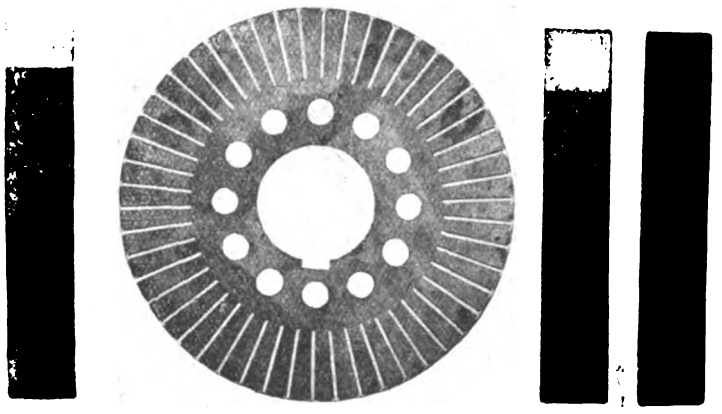


Abb. 29.

Blechschnitt und verschiedene untersuchte Ankerleiter. In das Läuferblech sind sehr tiefe offene Nuten von 4 mm Breite und 70 mm Tiefe eingestanzt, die nach Einlegen der Stäbe mit Keilen verschlossen werden. Es entstehen dadurch sehr breite Läuferzähne, die nur geringe Sättigung und damit nur geringe Pulsationsverluste ergeben. Bei den Ankerstäben erkennt man, wie sie durch Schnitte in verdrillte Einzelleiter von verschiedener Zahl und Breite unterteilt sind. Die Stäbe sind innen und außen mit Glimmer isoliert, so daß sie auch starke Erwärmungen gefahrlos vertragen. Abb. 30 zeigt den Aufbau des fertigen Ankers.

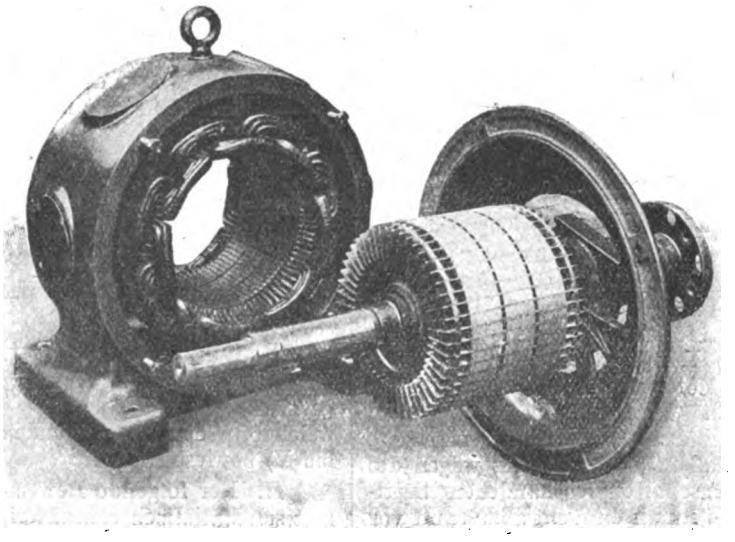


Abb. 30.

Die einzelnen Stäbe sind durch kräftige Kurzschlußringe verbunden. Im Hintergrunde sieht man den Ständer des Motors. An Einfachheit und guter Kühlwirkung läßt der Anker wohl nichts zu wünschen übrig.

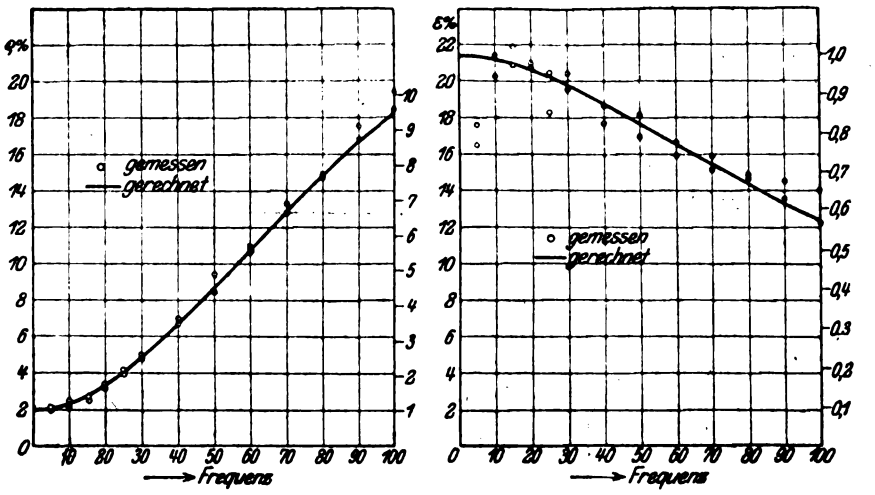


Abb. 32.

Die Nachmessung der Widerstandsvermehrung dieses Ankers ist deswegen nicht ganz einfach, weil man in den Kurzschlußanker kaum Fremdstrom einleiten kann. Es wurde deshalb zur Messung der eigene Ankerstrom benutzt, der im Stillstand durch Speisung des Ständers mit variabler Frequenz entwickelt wird. Zur Messung des Widerstandes wurde dabei die dem Ständer zugeführte Leistung aufgenommen und die gleichzeitig entstehenden Ständer-Kupferverluste und Eisenverluste durch gesonderte Versuche bei Leerlauf mit gleicher Feldstärke und bei läuferfreiem Ständer mit gleichem Strom abgezogen. Die Restverluste können dann nur im Läufer liegen. Abb. 31 zeigt die Ergebnisse der Messung mit zwei verschiedenen Strömen.

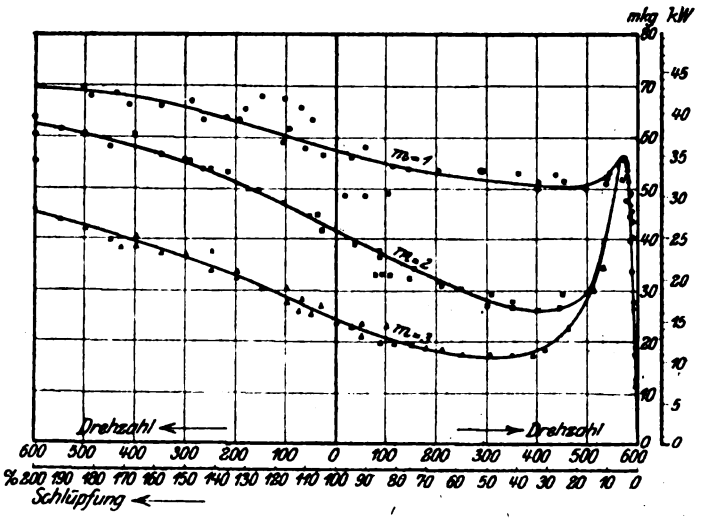


Abb. 33.

Sie beziehen sich auf einen Anker mit 8-facher Stabzerteilung, weil der Widerstand hier am ausgeprägtesten steigt. Ich glaubte auch beim Entwurf dieses Motors, der schon etliche Jahre zurückliegt, zunächst, daß diese Zerteilung, die die größte Widerstandsvermehrung liefert, am günstigsten wäre. Inzwischen lernte ich jedoch den ausschlaggebenden Einfluß der veränderlichen Streuung richtig einschätzen. Die Verluste des Läufers nach Abb. 31 sind in Relativwerte ϱ des Läuferwiderstandes umgewertet worden und in Abb. 32 abhängig von der Frequenz als Punkte aufgetragen. Gleichzeitig ist hier der Läuferwiderstand nach den früheren Formeln (19) und (25) als Linie eingetragen. Man erkennt eine auffallend gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und

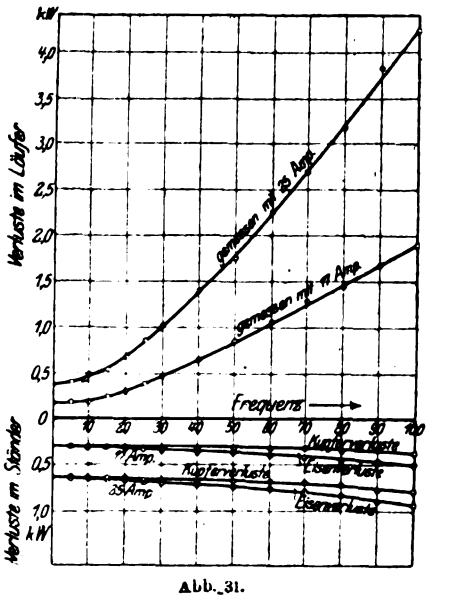


Abb. 31.

Digitized by Google

Versuch. Durch Messen des wattlosen Stromes bei dem eben beschriebenen Versuch mit variabler Frequenz im Stillstand läßt sich die Induktanz oder die Streuung des gesamten Motors bestimmen, und nach Abzug der gesondert gemessenen Ständerstreuung verbleibt die in den Punkten der Abb. 32 rechts eingetragene Läuferstreuung ε. Auch hier ist nach den Formeln (22) und (26) die Streuung aus den Abmessungen berechnet und als Linie eingetragen. Bis auf die sehr geringen Frequenzen, bei denen die Instrumente starke Fehler besitzen, ist auch hier gute Übereinstimmung vorhanden.

An dem ganzen Motor wurden weiterhin beim Betriebe im Lauf mit und gegen das Drehfeld die entwickelten Drehmomente gemessen, indem eine geeichte Gleichstrommaschine als Belastung oder Antrieb diente. Dieselbe war in ihrer Drehzahl sehr starr, so daß sie den Drehstromanker auch in dessen labilen Drehzahlen festhielt. Es ergab sich der in Abb. 33 eingetragene Verlauf des Drehmomentes, der nun wegen der in den Formeln gemachten Vernachlässigungen nicht mehr so gut mit den berechneten Kurven der Abb. 28 übereinstimmt. Auffälligerweise liegen die Drehmomente des wirklichen Motors wesentlich höher, als unsere Näherungsrechnungen es erwarten lassen. Dies liegt hauptsächlich an den Vernachlässigungen der Näherungsformeln, die meist nach der sicheren Seite gemacht worden sind. Die höchsten Drehmomente ergibt hier im ganzen Bereich der einfache Läuferstab ohne Zerspaltung in Teilleiter. Das liegt an der hierbei am stärksten veränderlichen Läuferstreuung, wie die Kurven der Abb. 25 deutlich zeigen. Dennoch wird man häufig größere Stabunterteilung, etwa $m = 1{,}5$ oder 2 oder 2,5 vorziehen, weil dabei das Drehmoment im ganzen Anlaufbereich meist noch völlig ausreicht, und weil der Anlaufstrom dabei erheblich kleiner wird, und man daher geringere Stöße im Netz erhält. Zur Veranschaulichung sind in Abb. 34 die gemessenen Ströme des beschriebenen Motors dargestellt, u. zw. in Vektorform, indem der jeweils gemessene Strom unter einem dem Leistungsfaktor entsprechenden Phasenwinkel gegen die Ordinatenachse aufgetragen ist. Man sieht zunächst, daß das Vektordiagramm von dem für die üblichen Motoren geltenden Heylandkreise sehr stark abweicht, u. zw. besonders in dem Bereich der unteren Drehzahlen deren Wert an einige der Meßpunkte angeschrieben ist; das liegt an der veränderlichen Streuung. Bei einem Anfahrmomente, das gleich dem normalen Momente ist, besitzen solche Motoren einen Anfahrstrom von 2,5- bis 3,5-facher Größe des normalen, falls man die Bemessung der Motoren richtig und günstig vornimmt. Dabei läßt sich die normale Schlüpfung eines Schleifringankers und häufig sogar noch geringere erzielen und etwa 2-faches Kippmoment. Es ist wohl möglich, daß gegenüber den hier beschriebenen Meßresultaten an dem ersten, noch ziemlich einfach gebauten Motor in Zukunft noch weitere Verbesserungen möglich sind.

Die Vorteile des Motors mit Wirbelstromanker (wegen des vergrößerten Widerstandes — Symbol R — auch R-Anker genannt) gegenüber den gewöhnlichen Schleifring- oder Kurzschlußankern gehen am besten aus einem Vergleich der Drehmomentkurven in Abb. 35 hervor, die unter der Annahme gleicher Schlüpfung im normalen Betriebe und

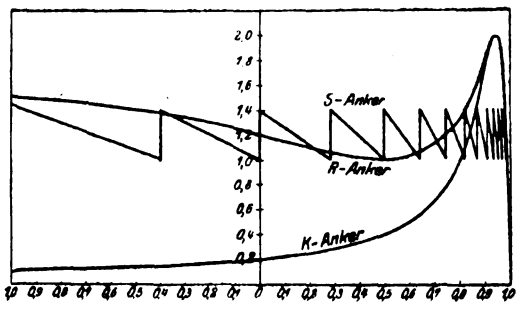


Abb. 35

gleichen Kippmomentes gezeichnet sind. Der Kurzschlußanker entwickelt bei geringer Normalschlüpfung und gutem Wirkungsgrade nur ein sehr geringes Anlaufmoment. Der Schleifringanker besitzt zwar hohes Anlaufmoment, jedoch braucht man einen stufenweise zu betätigenden Anlasser, der überdies sowohl Drehmoment wie Anfahrstrom stoßweise mit erheblichen Sprüngen entwickelt, falls man geringe Stufenzahlen verwenden will. Der Motor mit Wirbelstromanker entwickelt ein großes Anfahrmoment, das während des ganzen Anfahrens nicht unter den Wert des normalen Drehmomentes sinkt und bei hohen Geschwindigkeiten bis zum Werte des Kippmomentes ansteigt, um dann gegen Synchronismus in bekannter Weise proportional der Schlüpfung abzunehmen. Der Verlauf dieser Drehmomentkurve erscheint für viele Verwendungszwecke ideal. Nachteilig an dem Motor ist der bereits genannte, nicht unerhebliche Anlaufstrom und der wegen der großen, zu verwendenden Läuferstreufelder etwas schlechtere Leistungsfaktor, besonders beim Zusammentreffen kleiner Drehzahlen und Leistungen. Bei den heutigen, großen Industriezentralen, bei denen selbst starke Stromänderungen nur relativ geringe Spannungsschwankungen hervorrufen, dürfte der hohe Anfahrstrom in vielen Fällen zu ertragen sein, wenn man robuste Motoren für schwere Betriebe verwenden will. Man muß dabei bedenken, daß auch bei Schleifringankern einerseits wegen der Anlaßstufen, anderseits wegen des stets beim Einschalten vorhandenen Sättigungsstoßes das Anfahren nicht allzu sanft vor sich geht. Für viele Industriezwecke, beispielsweise für die Textilindustrie, chemische Betriebe, Bergwerks- und Hüttenbetriebe vor allem unter Tage, ferner für Zentrifugalpumpen und Kompressoren, für Wasserstationen und Bewetterungsanlagen, die nach dem Ausbleiben des Stromes wieder anlaufen müssen, wird der Motor mit Wirbelstromanker sich wegen seiner Einfachheit vielleicht ein Anwendungsgebiet erobern. Schließlich sei noch erwähnt, daß er für den in Zukunft in Aussicht stehenden elektrischen Schiffsantrieb wegen des Fortfalles von Schleifringen und Anlässer und der Entwicklung hoher Drehmomente beim Steuern grundlegende Vorzüge gegenüber den bisherigen Drehstrommotoren besitzt.

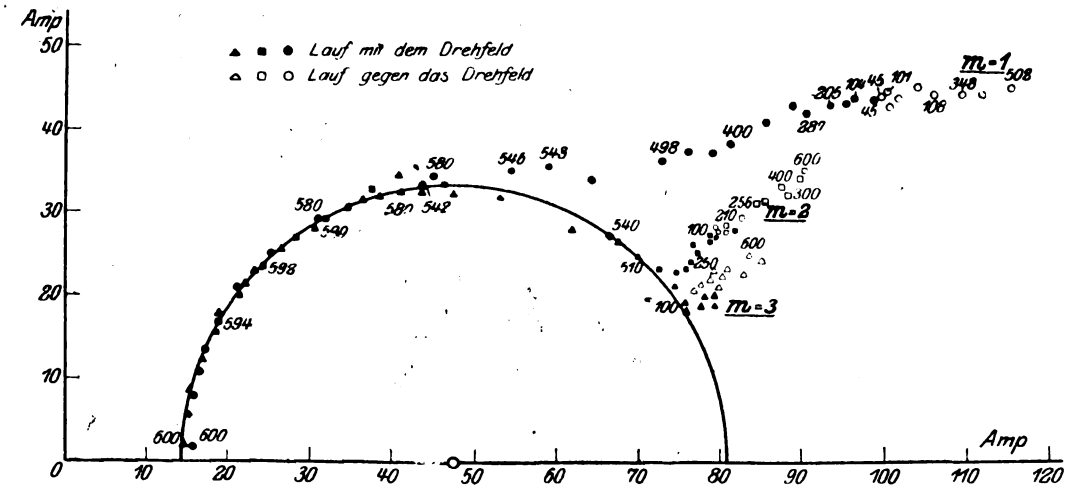


Abb. 34.

Lösung einiger Probleme der Wahrscheinlichkeitsrechnung von Bedeutung für die selbsttätigen Fernsprechämter.

Von **A. K. Erlang**, cand. mag., wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Kopenhagener Telephon-Aktiengesellschaft.

Übersicht. **Zunächst wird mit dem mathematischen Hilfsmittel des statistischen Gleichgewichts eine Formel für die Wahrscheinlichkeit, alle Leitungen besetzt zu finden, abgeleitet, auf welche Engset in „ETZ" 1918, S. 304 hinweist. Einige Tabellen enthalten Ausrechnungen der Formel. Ohne Angabe der Ableitung folgen Formeln und Tabellen über Wartezeiten und den Einfluß von Staffelungen.**

I. (Erste Hauptaufgabe.) Wir wollen annehmen, daß ein Zentralsystem auf folgende Weise eingerichtet sei: Man hat x Leitungen, um den ausgehenden Gesprächsverkehr von einer Anzahl Teilnehmer aufzunehmen, Verbindung zwischen zwei Zentralen zu gewähren oder dergl. Von diesen x Leitungen sagt man, daß sie zusammenwirken oder ein „Bündel" ausmachen. Man setzt voraus, daß zu jeder Zeit der Zutritt zu denjenigen Leitungen frei ist, welche nicht besetzt sind. Wir erwähnen vorläufig nur Systeme ohne Warteeinrichtung, d. h. solche, wo der Teilnehmer, wenn er erfährt, daß alle x Leitungen besetzt sind, den Höreauf de-Apparat legt und es nicht wieder versucht, bis eine passende Zeit vergangen ist. De Wahrscheinlichkeit, auf solche Weise alle Leitungen „besetzt" zu finden, wird „Verlustzahl" oder „Hinderungszahl" genannt und hier durch B bezeichnet. Die Gesprächsdauer werden wir, wenigstens vorläufig, konstant setzen, und es wird bequem sein, diese Größe gleich mit 1 zu setzen (die natürliche Zeiteinheit). Die Teilnehmeranrufe sollen sich ganz „zufällig" über die betreffende Zeit verteilen (z. B. den Teil des Tages, an dem der regste Verkehr stattzufinden pflegt); in dieser Voraussetzung liegt nicht allein, daß es (innerhalb des betrachteten Zeitraumes) keine Zeitpunkte gibt, wo man von vornherein besonders viele oder wenige Anrufe erwarten kann, sondern auch, daß die Anrufe unabhängig voneinander sind. Diese Voraussetzungen werden in der Praxis mit großer Annäherung erfüllt sein. Die Anzahl der Anrufe in der Zeiteinheit (Verkehrsintensität oder Verkehrsstärke) wird y genannt. Das Verhältnis zwischen y und x, also die Verkehrsintensität für eine Leitung, wird das „a" der Leitung genannt. Es gilt jetzt B zu bestimmen (als Funktion von y und x).

Der genaue Ausdruck dafür ist:

$$B = \frac{\dfrac{y^x}{x!}}{\left(1 + \dfrac{y}{1!} + \dfrac{y^2}{2!} + \dfrac{y^3}{3!} + \cdots \dfrac{y^x}{x!}\right)}, \quad (1$$

welcher in den nachfolgenden Abschnitten (II bis V) bewiesen wird.

II. Der folgende Beweis kann als mathematisch-statistisch charakterisiert werden und gründet sich auf den Begriff des statistischen Gleichgewichts. Es werden nun eine sehr große

Digitized by Google

Anzahl gleichzeitig arbeitender Leitungsbündel der soeben beschriebenen Art betrachtet (Leitungszahl x, Verkehrsintensität y). Den Zustand eines Bündels in einem Augenblick beschreibt man durch die Angabe erstens, wie viele der x Leitungen (0, 1, 2 ... oder x) besetzt sind, zweitens durch die Angabe, wie viel von jedem der betreffenden Gespräche dem betrachteten Augenblick nachfolgt. Untersucht man dasselbe Bündel eine kurze Zeit dt später, so wird man finden, daß gewisse Änderungen zweier verschiedener Arten eingetroffen sind; einerseits werden die Gespräche, welche nahe am Abschluß waren, jetzt zu Ende geführt und die übrigen ein wenig älter geworden sein; anderseits können neue Anrufe eingelaufen sein; letzteres ist aber nur von Bedeutung, wenn nicht alle Leitungen besetzt sind. Die Wahrscheinlichkeit für einen neuen Anruf in der kleinen Zeit dt ist $y\,dt$.

Der Zustand hat die charakteristische Eigenschaft, daß er trotz der erwähnten individuellen Änderungen sich selbst erhält und, einmal angefangen, unverändert verbleibt, indem die Änderungen der verschiedenen Arten einander ausgleichen. Diese Eigenschaft wird „statistisches Gleichgewicht" genannt.

III. Wir stellen jetzt, vorläufig als Annahme, folgende Beschreibung des statistischen Gleichgewichtszustandes auf:

Die Wahrscheinlichkeiten dafür, daß 0, 1, 2, 3, ..., x Leitungen besetzt sind, sind

$$S_0 = \frac{1}{1+\frac{y}{1}+\frac{y^2}{2!}+\frac{y^3}{3!}+\cdots\frac{y}{x!}}$$

$$S_1 = \frac{\frac{y}{1!}}{1+\frac{y}{1}+\frac{y^2}{2!}+\frac{y^3}{3!}+\cdots\frac{y^x}{x!}}$$

$$S_2 = \frac{\frac{y^2}{2!}}{1+\frac{y}{1}+\frac{y^2}{2!}+\frac{y^3}{3!}+\cdots\frac{y^x}{x!}} \qquad (2$$

usw., und endlich

$$S_x = \frac{\frac{y^x}{x!}}{1+\frac{y}{1}+\frac{y^2}{2!}+\frac{y^3}{3!}+\cdots\frac{y^x}{x!}}$$

wo die Summe aller Wahrscheinlichkeiten = 1 ist, wie es sein muß. Und für jede einzelne dieser $x+1$ Zustandsformen gilt es, daß die noch nachfolgenden Reste der laufenden Gespräche (kurz „die Reste") ganz zufällig zwischen den Grenzen 0 und 1 wechseln, also daß kein spezieller Wert oder irgend eine Kombination von Werten wahrscheinlicher ist als die übrigen.

IV. Es soll jetzt bewiesen werden, daß der so beschriebene Zustand im statistischen Gleichgewicht ist. Wir müssen deshalb Rechenschaft geben über Abgang und Zugang (in der Zeit dt) für die $x+1$ verschiedenen Zustandsformen, indem wir mit den zwei ersten anfangen. Der Abgang von der ersten S_0 zu der zweiten S_1 ist

$$S_0 \,.\, y \,.\, dt\,,$$

von der zweiten S_1 zu der ersten S_0

$$S_1 \,.\, dt\,,$$

und diese Größen sind (siehe Abschnitt III) gleich groß und heben also einander auf.

Ferner ist der Abgang von S_1 zu S_2

$$S_1 \,.\, y \,.\, dt\,,$$

und umgekehrt der Abgang von S_2 zu S_1

$$S_2 \,.\, 2\,dt\,,$$

welche zwei Größen wieder gleich groß sind und einander aufheben.

Zuletzt:

$$S_{x+1} \,.\, y \,.\, dt$$

und

$$S_x \,.\, x \,.\, dt\,.$$

Auch diese heben einander auf. Das Ergebnis ist also, daß die Auswechslungen, welche zwischen den $x+1$ verschiedenen Zustandsformen in der Zeit dt stattfinden, einander ausgleichen, so daß die Verteilung unverändert bleibt.

Es bleibt noch zu beweisen, daß auch keine Änderung eintritt in der Verteilung der Größe „der Reste", mit anderen Worten, daß Abgang und Zugang auch in dieser Hinsicht einander ausgleichen.

V. Die Anzahl der laufenden Gespräche sei n und die Größen der n Reste, nach dem einen oder andern Prinzip nummeriert, liegen zwischen folgenden Grenzen:

$$\begin{array}{ll} t_1 & \text{und} \quad t_1 + \Delta_1 \\ t_2 & \text{und} \quad t_2 + \Delta_2 \\ \cdots & \cdots \\ t_n & \text{und} \quad t_n + \Delta_n\,. \end{array}$$

Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß dieses stattfindet, ist gleich dem Produkt von S_n und den n Wahrscheinlichkeiten

$$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3 \ldots \Delta_n$$

(vergl. den Schluß von Abschnitt III); die Wahrscheinlichkeit ist also gleich

$$\Delta_1 \,.\, \Delta_2 \,.\, \Delta_3 \ldots \Delta_n \,.\, S_n\,.$$

Ferner werden wir die Wahrscheinlichkeit für Zugang und Abgang in der Zeit dt untersuchen. Es sind vier verschiedene Möglichkeiten für Zugang oder Abgang vorhanden:

1. Abgang zu S_{n+1}, nämlich falls ein neuer Anruf kommt; die Wahrscheinlichkeit hierfür ist

$$\Delta_1 \,.\, \Delta_2 \,.\, \Delta_3 \ldots \Delta_n \,.\, S_n \,.\, y \,.\, dt\,.$$

2. Zugang von S_{n+1} ausgehend, nämlich insofern eines der $n+1$ Gespräche in der Zeit dt beendet wird, und die Reste der n anderen Gespräche zwischen den vorgeschriebenen Grenzen liegen; die Wahrscheinlichkeit hierfür ist

$$\Delta_1 \,.\, \Delta_2 \,.\, \Delta_3 \ldots \Delta_n \,.\, (n+1)\, S_{n+1} \,.\, dt\,;$$

diese Wahrscheinlichkeit ist gleich mit der obenstehenden.

3. Zugang von S_n selbst, nämlich falls die $n-1$ von den n Resten innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen liegen, und der n^{te} Rest ein wenig unter der niedrigeren Grenze liegt, in einer Entfernung kleiner als dt.

Die Wahrscheinlichkeit hierfür ist

$$\Delta_1 \,.\, \Delta_2 \,.\, \Delta_3 \ldots \Delta_n \left(\frac{1}{\Delta_1}+\frac{1}{\Delta_2}+\frac{1}{\Delta_3}+\ldots+\frac{1}{\Delta_n}\right) \times S_n \,.\, dt\,.$$

4. Abgang zu S_n selbst, nämlich falls die $n-1$ von den n Resten innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen liegen, und der n^{te} Rest ein wenig unter der höheren Grenze liegt, in einer Entfernung kleiner als dt; die Wahrscheinlichkeit hierfür wird wie die obenstehende gleich mit

$$\Delta_1 \,.\, \Delta_2 \,.\, \Delta_3 \ldots \Delta_n \,.\, \left(\frac{1}{\Delta_1}+\frac{1}{\Delta_2}+\frac{1}{\Delta_3}+\ldots+\frac{1}{\Delta_n}\right) \times S_n \,.\, dt\,.$$

Es ist also Gleichgewicht vorhanden. Hiermit ist denn bewiesen, daß statistisches Gleichgewicht vorhanden sein wird. Dagegen wird jede Annahme, welche von der im Abschnitt III angeführten abweicht, sich gleich als unvereinbar mit statistischem Gleichgewicht zeigen.

Die Formeln im Abschnitt III sind also bewiesen und damit speziell der Satz im Abschnitt I.

VI. Es ist oben vorausgesetzt worden, daß alle Gespräche von gleicher Dauer sind; diese Voraussetzung gilt mit großer Annäherung für den Fernverkehr, nicht aber für den gewöhnlichen Ortsverkehr. Eine vorgenommene statistische Untersuchung zeigt, daß die Dauer dieser Gespräche (mit großer Annäherung) von einem sehr einfachen Verteilungsgesetz beherrscht wird, welches folgendermaßen ausgedrückt werden kann: Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Dauer eine gewisse Größe n überschreitet, ist gleich

$$e^{-n},$$

indem die Mittel-Dauer, wie vorhin, gleich 1 gesetzt wird; oder mit andern Worten, die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Gespräch, welches einige Zeit gedauert hat, nahe beim Abschluß ist, wird ganz unabhängig von der Zeit sein, die bereits vergangen ist. Der durchschnittliche Abgang für die Zeit dt von beendeten Gesprächen wird gleich dt. Man sieht nun, daß man zum selben Wert von B kommen muß, wie unter der vorigen Voraussetzung, nur daß der Beweis etwas einfacher wird, weil man nur Rechenschaft zu geben braucht von der Anzahl von laufenden Gesprächen, ohne sich um deren Alter zu bekümmern. Es wird aus dem Folgenden hervorgehen, daß die beiden genannten Voraussetzungen nicht bei allen Aufgaben zu denselben Ergebnissen führen.

VII. Zahlentafel 1 enthält einige Ergebnisse der Formel (1). In Zahlentafel 2 sind die Ergebnisse von Formel (1) in einer anderen Form dargestellt, die in der Praxis am meisten nutzt; x und B sind hier Grundzahlen, und die Zahlentafel gibt y als Funktion von x und B. In Zahlentafel 3a handeln nur die erste und zweite Zeile von Systemen mit „reinen" Bündeln (für welche die Formel 1 gilt); die in dritter Linie angeführten Werte gelten für ein System, wo die sogenannte „Mischung und Staffelung" angewandt ist. Die Kontaktanzahl der Wähler (hier 10) ist kleiner als die Leitungsanzahl x des Bündels (hier 18). Jeder Anruf durchsucht also nicht alle 18, sondern nur 10 Leitungen. Dabei ist vorausgesetzt, daß die 10 Leitungen auf eine ganz willkürliche Weise ausgewählt und in einer ganz willkürlichen Ordnung durchgegangen werden. Die hierzu benutzte Rechnungsweise erscheint als eine natürliche Erweiterung der Me-

Zahlentafel 1.
Werte der Verlustzahl B.
(Siehe Gl. (1), Abschnitt 1.)

x	a	y	B
1	0,1	0,1	0,091
1	0,2	0,2	0,167
2	0,1	0,2	0,016
2	0,2	0,4	0,054
2	0,3	0,6	0,102
3	0,1	0,3	0,003
3	0,2	0,6	0,020
3	0,3	0,9	0,050
3	0,4	1,2	0,090
4	0,1	0,4	0,001
4	0,2	0,8	0,008
4	0,3	1,2	0,026
4	0,4	1,6	0,056
5	0,2	1,0	0,003
5	0,3	1,5	0,014
5	0,4	2,0	0,037
5	0,5	2,5	0,070
6	0,2	1,2	0,001
6	0,3	1,8	0,008
6	0,4	2,4	0,024
6	0,5	3,0	0,052
8	0,3	2,4	0,002
8	0,4	3,2	0,011
8	0,5	4,0	0,030
10	0,3	3	0,001
10	0,4	4	0,005
10	0,5	5	0,018
10	0,6	6	0,043
10	0,7	7	0,079
20	0,4	8	0,000
20	0,5	10	0,002
20	0,6	12	0,010
20	0,7	14	0,030
30	0,5	15	0,000
30	0,6	18	0,003
30	0,7	21	0,014
40	0,5	20	0,000
40	0,6	24	0,001
40	0,7	28	0,007

Digitized by Google

Zahlentafel 2.
Werte der Verkehrsintensität y als Funktion der Leitungsanzahl x bei 1, 2, 3 und 4 ‰ Verlust.

x	1 ‰	2 ‰	3 ‰	4 ‰
1	0,001	0,002	0,003	0,004
2	0,046	0,065	0,081	0,094
3	0,19	0,25	0,29	0,32
4	0,44	0,53	0,60	0,65
5	0,76	0,90	0,99	1,07
6	1,14	1,32	1,44	1,54
7	1,58	1,80	1,94	2,06
8	2,05	2,31	2,48	2,62
9	2,56	2,85	3,05	3,21
10	3,09	3,42	3,65	3,82
11	3,65	4,02	4,26	4,45
12	4,23	4,64	4,90	5,11
13	4,83	5,27	5,56	5,78
14	5,44	5,92	6,23	6,47
15	6,08	6,58	6,91	7,17
16	6,72	7,26	7,61	7,88
17	7,38	7,94	8,32	8,60
18	8,04	8,64	9,03	9,33
19	8,72	9,35	9,76	10,07
20	9,41	10,07	10,50	10,82
25	12,97	13,76	14,28	14,67
30	16,68	17 61	18,20	18,66
35	20,52	21,56	22,23	22,75
40	24,44	25,6	26 3	26,9
45	28,45	29,7	30,5	31,1
50	32,5	33,9	34,7	35,4
55	36,6	38,1	39,0	39,7
60	40,8	42,3	43,3	44,1
65	45,0	46,6	47,7	48,5
70	49,2	51,0	52,0	53,0
75	53,5	55,3	56,5	57,4
80	57,8	59,7	60,9	61,9
85	62,1	64,1	65,4	66,4
90	66,5	68,5	69,9	70,9
95	70,8	73,0	74,4	75,4
100	75,2	77,4	78,9	80,0
105	79,6	82,0	83,4	84,6
110	84,0	86,4	88,0	89,2
115	88,5	91,0	92,5	93,7
120	93,0	95,4	97,1	98,3

Zahlentafel 3a.
Verlust (in ‰) bei 3 verschiedenen Anordnungen, als abhängig von y.

y	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. $x = 10$, reine Bündel . . .	0,8	5,3	18,4	43	—	—	—	—	—	—
2. $x = 18$, reine Bündel . . .	—	—	—	—	0,2	0,9	2,9	7,1	15	27
3. Mischung u. Staffelung, 18 Leitungen, 10 Kontakte	—	—	—	—	1,1	3,1	7,4	15,1	26,8	42,8

Zahlentafel 3b.
Werte von α und y, bei verschiedenen Anordnungen (Verlust 1 ‰).

	α	y
$x = 10$, 10 Kontakte	0,31	3,1
$x = 18$, ...	0,38	6,9
$x = \infty$, ...	0,50	—

thode, welche zu Formel (1) führte, ist aber begreiflicherweise etwas verwickelter. (Mehrere Ergebnisse solcher Rechnungen sind in Zahlentafel 3b angegeben.) Es wird noch bemerkt, daß die in der Praxis (namentlich von Siemens & Halske) angewandten Systeme für „Mischung und Staffelung", welche ich übrigens nicht im einzelnen kenne, ein wenig von dieser Beschreibung abweichen und daher etwas weniger günstige Ergebnisse erwarten lassen.

VIII. (Zweite Hauptaufgabe.) Das Problem, welches jetzt behandelt werden soll, betrifft Systeme mit Warteeinrichtung. Man kann sich hier entweder damit begnügen, S (>0) zu bestimmen, worunter wir die „Verzögerungszahl" verstehen, d. h. die Wahrscheinlichkeit, daß ein Anruf überhaupt verzögert wird; oder mehr allgemein $S\,(>n)$, d. h. die Wahrscheinlichkeit für eine Wartezeit größer als n, wo n eine Reihe von Werten annehmen kann. Schließlich kann man nach der Mittelwartezeit M fragen.

Die Gesprächdauer sei konstant und gleich 1. Die genaue Behandlung dieses Falles gibt Anlaß zu recht schwierigen Rechnungen; dies ist unvermeidlich und liegt in der Natur der Sache. U. a. zeigt es sich, daß man nicht für alle Werte von n dieselben Formeln benutzen kann, sondern die verschiedenen, aufeinander folgenden „Perioden" von der Länge 1 voneinander unterscheiden muß; in der Regel wird die erste Periode die wichtigste sein. Ich werde mich hier damit begnügen, ohne Beweis die notwendigen Formeln für die Fälle $x = 1, 2, 3$ anzugeben und danach, zunächst um die Durchführung der praktischen Berechnung zu zeigen, die numerischen Ergebnisse ebenfalls für $x = 1, 2, 3$. Die Formeln und Ergebnisse für $x = 1$ sind übrigens früher in einem Aufsatz, „Nyt Tidsskrift for Mathematik", Bd. 20, 1909, mitgeteilt. Die Formeln für größere Werte von x, z. B. $x = 10$, $x = 20$, sind ganz analog mit den hier mitgeteilten; die entsprechenden Zahlentafeln sind in Arbeit, doch noch nicht abgeschlossen.

Formelsammlung (betreffs die Wartezeiten).

Voraussetzung: Gesprächdauer konstant und $= 1$.

Bezeichnungen:

x Anzahl der Leitungen des Bündels,
y Verkehrsintensität (durchschnittliche Anzahl der Anrufe für eine Zeiteinheit),
$\frac{y}{x} = \alpha$,
$S\,(>n)$ Wahrscheinlichkeit einer Wartezeit größer als n,
$S\,(<n)$ Wahrscheinlichkeit einer Wartezeit nicht größer als n,
$n\,y = z$,
$z - y = u$,
$z - 2\,y = v$, usw.,
M = die Mittelwartezeit.

1. Formeln für den Fall $x = 1$

a) Erste Periode. $0 < n < 1$.

$$S(<n) = a_0 \cdot e^z,$$

wo $a_0 = 1 - \alpha$.

b) Zweite Periode, $1 < n < 2$.

$$S(<n) = (b_1 - b_0 u)\, e^u,$$

wo

$$\begin{cases} b_1 = a_0\, e^v \\ b_0 = a_1. \end{cases}$$

c) Dritte Periode, $2 < n < 3$.

$$S(<n) = (c_2 - c_1 v + \frac{1}{2} c_0 v^2)\, e^v,$$

wo

$$\begin{cases} c_2 = (b_1 - b_0 y)\, e^v \\ c_1 = b_1 \\ c_0 = b_0 \end{cases}$$

usw.

$$M = \frac{1}{y}\,((1 - b_1) + (1 - c_2) + (1 - d_3) + \ldots) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

2. Formeln für den Fall $x = 2$.

a) Erste Periode, $0 < n < 2$.

$$S(<n) = (a_1 - a_0 z)\, e^z,$$

wo

$$\begin{cases} a_1 = 2\,(1 - \alpha)\,\dfrac{\alpha}{\alpha - \beta} \\ a_0 = -\,2\,(1 - \alpha)\,\dfrac{\beta}{\alpha - \beta} \end{cases}$$

bei β verstehen wir die negative Wurzel der Gleichung:

$$\beta\, e^{-\beta} = -\,\alpha\, e^{-\alpha}.$$

b) Zweite Periode, $1 < n < 2$.

$$S(<n) = (b_3 - b_2 u + \frac{1}{2} b_1 u^2 - \frac{1}{6} b_0 u^3)\, e^u.$$

wo

$$\begin{cases} b_3 = (a_1 - a_0 y)\, e^v \\ b_2 = a_0\, e^v \\ b_1 = a_1 \\ b_0 = a_0 \end{cases}$$

c) Dritte Periode, $2 < n < 3$.

$$S(<n) = (c_5 - c_4 v + \frac{1}{2} c_3 v^2 - \frac{1}{6} c_2 v^3 + \frac{1}{24} c_1 v^4 - \frac{1}{120} c_0 v^5)\, e^v.$$

wo

$$\begin{cases} c_5 = (b_3 - b_2 y + \frac{1}{2} b_1 y^2 - \frac{1}{6} b_0 y^3)\, e^v \\ c_4 = (b_2 - b_1 y + \frac{1}{2} b_0 y^2)\, e^v \\ c_3 = b_3 \\ c_2 = b_2 \\ c_1 = b_1 \\ c_0 = b_0 \end{cases}$$

usw.

$$M = \frac{1}{y}\,((1 - b_2) + (1 - b_3) + (1 - c_4) + (1 - c_5) + (1 - d_6) + (1 - d_7) + \ldots)$$

3. Formeln für den Fall $x = 3$.

a) Erste Periode, $0 < n < 1$.

$$S(<n) = (a_2 - a_1 z + \frac{1}{2} a_0 z^2)\, e^z.$$

wo

$$\begin{cases} a_2 = 3\,(1 - \alpha)\,\dfrac{\alpha^2}{(\alpha - \beta)\,(\alpha - \gamma)} \\ a_1 = -\,3\,(1 - \alpha)\,\dfrac{\alpha\,(\beta + \gamma)}{(\alpha - \beta)\,(\alpha - \gamma)} \\ a_0 = 3\,(1 - \alpha)\,\dfrac{\beta\,\gamma}{(\alpha - \beta)\,(\alpha - \gamma)} \end{cases}$$

indem

$$\beta\, e^{-\beta} = \alpha\, e^{-\alpha} \cdot k$$
$$\gamma\, e^{-\gamma} = \alpha\, e^{-\alpha} \cdot k^2.$$

Bei k verstehen wir einen komplexen Wert von $\sqrt[3]{1}$.

b) Zweite Periode, $1 < n < 2$.

$$S(<n) = (b_5 - b_4 u + \frac{1}{2} b_3 u^2 - \frac{1}{6} b_2 u^3 + \frac{1}{24} b_1 u^4 - \frac{1}{120} b_0 u^5)\, e^u,$$

wo

$$\begin{cases} b_5 = (a_2 - a_1 y + \frac{1}{2} a_0 y^2)\, e^v \\ b_4 = (a_1 - a_0 y)\, e^v \\ b_3 = a_0\, e^v \\ b_2 = a_2 \\ b_1 = a_1 \\ b_0 = a_0 \end{cases}$$

c) Dritte Periode, $2 < n < 3$.

$$S(<n) = (c_8 - c_7 v + \frac{1}{2} c_6 v^2 - \frac{1}{6} c_5 v^3 + \frac{1}{24} c_4 v^4 - \frac{1}{120} c_3 v^5 + \frac{1}{720} c_2 v^6 - \frac{1}{5040} c_1 v^7 + \frac{1}{40320} c_0 v^8)\, e^v.$$

wo

$$\begin{cases} c_8 = (b_5 - b_4 y + \frac{1}{2} b_3 y^2 - \frac{1}{6} b_2 y^3 + \frac{1}{24} b_1 y^4 - \frac{1}{120} b_0 y^5)\, e^v \\ c_7 = (b_4 - b_3 y + \frac{1}{2} b_2 y^2 - \frac{1}{6} b_1 y^3 + \frac{1}{24} b_1 y^4)\, e^v \\ c_6 = (b_3 - b_2 y + \frac{1}{2} b_1 y^2 - \frac{1}{6} b_0 y^3)\, e^v \\ c_5 = b_5 \\ c_4 = b_4 \\ c_3 = b_3 \\ c_2 = b_2 \\ c_1 = b_1 \\ c_0 = b_0 \end{cases}$$

usw.

Digitized by Google

$$M = \frac{1}{y}\left((1-b_3)+(1-b_4)+(1-b_5)+(1-c_6)+(1-c_7)+(1-c_8)+\ldots\right)$$

IX. Es bleibt nun noch die Aufgabe, die Größe der Wartezeiten zu untersuchen unter der zweiten Voraussetzung, nämlich daß die Gesprächdauer in der Weise sich ändert, wie bereits im Abschnitt VI erwähnt ist. Man findet hier ohne Schwierigkeit folgende Formeln für $S(>0)$ und $S(>n)$:

$$S(>0) = c$$
$$S(>n) = c \cdot e^{-(x-y)n}$$

Zahlentafel 4.
Systeme mit Warteeinrichtung. Erste Voraussetzung. Werte von $S(<n)$. $(x=1.)$

a/n	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0.5	0.6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1.000	1,000	1,000	1,000	1.000	1,000
0,05	0,950	0,955	0,960	0,964	0,969	0,974	0,979	0,984	0,989	0,994	0,999
0,10	0,900	0,909	0,918	0,927	0,937	0,946	0,956	0,965	0,975	0,985	0,995
0,15	0,850	0,863	0,876	0,889	0,903	0,916	0,930	0,944	0,958	0,973	0,988
0,20	0,800	0,816	0,833	0,849	0,867	0,884	0,902	0,920	0,939	0,958	0,977
0,25	0,750	0,769	0,788	0,808	0,829	0,850	0,871	0,893	0,916	0,939	0,963
0,30	0,700	0,721	0,743	0.766	0,789	0,813	0,838	0,864	0,890	0,917	0,945
0,35	0.650	0,673	0,697	0,722	0,748	0,774	0,802	0,830	0,860	0,891	0,922
0,40	0,600	0,624	0,650	0,677	0,704	0.733	0,763	0,794	0,826	0,860	0,895
0,45	0,550	0,575	0,602	0.630	0,658	0,689	0,720	0,754	0,788	0,825	0,863
0,50	0 500	0,526	0,553	0,581	0,611	0,642	0,675	0,710	0,746	0,784	0,824
0,55	0,450	0,475	0,502	0,531	0,561	0,592	0.626	0,661	0,699	0,738	0,780
0,60	0,400	0,425	0,451	0,479	0,508	0 540	0,573	0,609	0,646	0,686	0,729
0,65	0,350	0.374	0.399	0,425	0,454	0,484	0,517	0,552	0,589	0,628	0 670
0,70	0,300	0,322	0,345	0.370	0,397	0,426	0,457	0,490	0,525	0,563	0,604
0,75	0,250	0,269	0,290	0,313	0,337	0 364	0,392	0,423	0,456	0,491	0,529
0,80	0,200	0,217	0,235	0,254	0,275	0,298	0,323	0.350	0,379	0,411	0,445
0,85	0,150	0,163	0,178	0,194	0,211	0,229	0,250	0,272	0,296	0,322	0,351
0,90	0,100	0,109	0,120	0,131	0,143	0,157	0,172	0,188	0,205	0,225	0,246
0,95	0,050	0,055	0,060	0,066	0,073	0,080	0,088	0,097	0,107	0,118	0,129
1,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0.000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Zahlentafel 5.
$(x=2)$

a/n	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1.000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,05	0,995	0,996	0,997	0,998	0,998	0,999	0,999	1,000	1.000	1,000	1.000
0,10	0.982	0,985	0,988	0 991	0,993	0,995	0 997	0,998	0,999	1,000	1,000
0,15	0,962	0,968	0,974	0,980	0,985	0.989	0,993	0,996	0,998	0,999	1,000
0,20	0,936	0,946	0,956	0,965	0,973	0,980	0.987	0,992	0,995	0,998	0,999
0,25	0,903	0,918	0 933	0.946	0,958	0,969	0,978	0,986	0,992	0,996	0,998
0,30	0.886	0,886	0,905	0,922	0,939	0,953	0,967	0,978	0,986	0,992	0,995
0,35	0,825	0,849	0,872	0,895	0,915	0,935	0,952	0,966	0,978	0,987	0,985
0,40	0,779	0,808	0,835	0,862	0,888	0,911	0,933	0,952	0,967	0,978	0,991
0,45	0,730	0,762	0,794	0 825	0.855	0,883	0,909	0,932	0,951	0,966	0,975
0 50	0,677	0,712	0,748	0,783	0 817	0,849	0,880	0,907	0,931	0,949	0,961
0,55	0,621	0,658	0,697	0,735	0,773	0.809	0,844	0 875	0,903	0,925	0,941
0,60	0,561	0,601	0,641	0,681	0,722	0,762	0,800	0,836	0,858	0,894	0,913
0,65	0,499	0,539	0,580	0,622	0,664	0,706	0,748	0.787	0,822	0,852	0,875
0,70	0,435	0,473	0,514	0,556	0,599	0,642	0,685	0,726	0,764	0,798	0,824
0,75	0,368	0,404	0,442	0,483	0.525	0.568	0,611	0,653	0,692	0,728	0,757
0,80	0,298	0,331	0.366	0,403	0,442	0,482	0,523	0,564	0,603	0,639	0,669
0,85	0,227	0,254	0,283	0,315	0,348	0,384	0,420	0,457	0,493	0,527	0,556
0,90	0,153	0,173	0,195	0,219	0,244	0,272	0,300	0,330	0,359	0,387	0,412
0,95	0,077	0,088	0,101	0,114	0,129	0,144	0.161	0,179	0,196	0,214	0,230
1,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Zahlentafel 6.
$(x=3)$

a/n	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,05	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1 000	1,000	1,000	1,000
0,10	0,996	0,997	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,15	0,989	0,992	0,994	0,996	0,997	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000
0,20	0,976	0,982	0,987	0,991	0,994	0,996	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000
0,25	0,958	0,967	0,975	0,983	0,988	0,993	0,996	0,998	0,999	1,000	1,000
0,30	0,933	0,948	0,960	0,971	0,980	0,987	0,992	0,996	0,998	0,999	0,999
0,35	0,903	0,923	0,940	0,956	0,969	0,979	0,987	0,993	0,996	0,998	0,999
0,40	0,866	0,892	0,915	0,936	0,953	0,968	0,980	0,988	0,993	0,996	0,998
0,45	0,823	0,855	0,884	0,910	0,934	0,953	0,969	0,980	0,988	0,993	0,995
0,50	0,775	0,812	0,847	0,879	0,908	0,933	0,953	0,969	0,980	0,987	0,991
0,55	0,720	0,762	0,803	0,841	0,876	0,906	0,932	0,952	0,967	0,977	0,983
0,60	0,660	0,706	0,752	0,795	0,835	0,872	0,903	0,929	0,948	0,962	0,971
0,65	0,595	0,644	0,693	0,740	0,786	0,827	0,864	0,895	0,920	0,938	0,951
0,70	0,524	0,574	0,625	0,676	0,725	0,771	6,813	0,849	0 879	0,902	0,919
0,75	0,448	0,497	0,548	0,600	0,651	0,700	0,746	0,787	0,821	0,849	0,871
0,80	0,367	0,413	0,461	0,511	0,562	0,611	0,659	0,702	0,740	0,773	0,799
0,85	0,282	0,322	0,364	0,409	0,455	0,501	0,547	0,590	0,629	0,663	0,693
0,90	0,192	0,222	0,255	0,291	0,328	0,366	0,405	0,442	0,477	0,509	0,538
0,95	0,098	0,115	0,134	0,155	0,177	0,201	0,225	0,249	0,273	0,295	0,316
1,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

wo

$$c = \frac{\frac{y^x}{x!}\cdot\frac{x}{x-y}}{1+\frac{y}{1!}+\frac{y^2}{2!}+\cdots\frac{y^{x-1}}{(x-1)!}+\frac{y^x}{x!}\cdot\frac{x}{x-y}}$$

indem x und y dieselbe Bedeutung haben wie vorhin, und die Mittellänge eines Gesprächs = 1 ist. Die Formel gilt für alle positiven Werte von n und ist genau.

Für die Mittelwartezeit erhält man die Formel

$$M = \frac{c}{x-y}.$$

Einige Ergebnisse sind in der Zahlentafel 7 zusammengestellt.

Zahlentafel 7.
Systeme mit Warteeinrichtung.
Zweite Voraussetzung.
Werte von $S(>n)$ und M.

x	a	y	$S(>0)$	$S(>0,1)$	$S(>0,2)$	M
1	0,1	0,1	0,100	0,091	0,084	0,111
1	0,2	0,2	0,200	0,185	0,170	0,250
2	0,1	0,2	0,018	0,015	0,013	0,010
2	0,2	0,4	0.067	0,057	0,049	0.042
2	0,3	0,6	0,138	0,120	0,104	0,099
3	0,1	0,3	0.004	0,003	0,002	0,001
3	0,2	0,6	0,024	0,019	0,015	0,010
3	0,3	0,9	0,070	0,057	0 046	0.033
3	0,4	1 2	0,141	0,118	0,099	0,078
4	0,1	0,4	0,001	0.001	0,000	0,000
4	0,2	0,8	0,010	0,007	0,005	0 003
4	0,3	1,2	0.037	0,028	0.022	0,015
4	0,4	1,6	0,091	0,072	0,056	0,038
5	0,2	1,0	0,004	0,003	0,002	0,001
5	0,3	1,5	0,020	0,014	0,010	0,006
5	0,4	2,0	0,060	0,044	0,033	0,020
5	0,5	2,5	0,130	0,102	0,079	0,052
6	0,2	1,2	0,002	0,001	0,001	0,000
6	0,3	1,8	0,011	0,007	0,005	0,003
6	0,4	2,4	0,040	0,026	0,018	0,011
6	0,5	3,0	0,099	0,073	0,054	0,033
8	0,3	2,4	0,004	0,002	0,001	0,001
8	0,4	3 2	0,018	0,011	0,007	0,004
8	0,5	4,0	0,059	0,040	0,026	0,015
10	0,3	3	0,001	0,001	0,000	0,000
10	0,4	4	0,009	0,005	0,003	0,001
10	0,5	5	0,036	0,022	0 013	0,007
10	0,6	6	0,102	0,068	0,046	0,026
10	0,7	7	0,222	0,165	0,122	0,074
20	0,4	8	0,000	0,000	0,000	0,000
20	0,5	10	0,004	0,001	0,001	0.000
20	0,6	12	0,024	0,011	0,005	0,003
20	0,7	14	0,094	0,052	0,028	0,016
22	0,5	11,0	0,002	0,001	0,000	0,000
22	0,6	13,2	0.018	0,007	0,003	0,002
22	0,7	15.4	0,081	0 042	0,022	0,012
30	0,5	15	0,000	0,000	0,000	0,000
30	0,6	18	0,007	0,002	0,001	0,001
30	0,7	21	0,044	0,018	0 007	0,005
40	0,5	20	0,000	0,000	0,000	0,000
40	0,6	24	0,002	0,000	0,000	0,000
40	0.7	28	0,022	0.007	0,002	0,002

Die zahlenmäßige Berechnung verursacht keine besondere Schwierigkeit. Es muß vielleicht bemerkt werden, daß sowohl hier als auch in Abschnitt VII vorausgesetzt ist, daß die wartenden Anrufe der Reihe nach, wie sie eintreffen, weitergegeben werden; sollte dies nicht der Fall sein, so wird es natürlich etwas auf die Werte von $S(>n)$ einwirken, dagegen nicht auf den Wert von M und auch nicht auf $S(>0)$.

X. (Annäherungsformeln). Man kann durchgängig so bequem mit den genauen oben angegebenen Formeln rechnen, daß kein besonderes Bedürfnis zu Annäherungsformeln vorhanden ist. Dies gilt aber nicht für die Formeln, welche die erste Voraussetzung der zweiten Hauptaufgabe betreffen. Man kann aber hier einige Annäherungsverfahren nennen, die schnell zu einem brauchbaren Ergebnis führen, wenig-

Digitized by Google

stens für die Fälle, welche die größte praktische Bedeutung haben.

Das eine Verfahren ist bereits früher nach einer Anregung des Abteilungsingenieurs P. V. Christensen zum Ausrechnen der ausführlichen Zahlentafeln von mir benutzt worden, welche in der grundlegenden Arbeit des Obengenannten: „Die Wähleranzahl in automatischen Fernsprechämtern“[1]) mitgeteilt sind. Von diesen Zahlentafeln wird besonders auf die zweite hingewiesen, deren Inhalt übrigens mit einer etwas abweichenden Aufstellung in nachstehender Zahlentafel 8 wiedergegeben ist.

Zahlentafel 8.
Werte von y, als abhängig von x.
($P = 0{,}001 - 0{,}002 - 0{,}003 - 0{,}004$.)

x	1 ‰	2 ‰	3 ‰	4 ‰
1	0,001	0,002	0,003	0,004
2	0,045	0,065	0,08	0,09
3	0,19	0,24	0,28	0,31
4	0,42	0,52	0,58	0,63
5	0,73	0,86	0,95	1,02
6	1,11	1,27	1,38	1,46
7	1,52	1,72	1,85	1,95
8	1,97	2,20	2,35	2,47
9	2,45	2,72	2,89	3,02
10	2,96	3,25	3,45	3,60
11	3,49	3,82	4,03	4,19
12	4,04	4,41	4,62	4,81
13	4,61	5,00	5,24	5,43
14	5,19	5,61	5,87	6,07
15	5,79	6,23	6,51	6,72
16	6,40	6,86	7,16	7,38
17	7,03	7,51	7,82	8,06
18	7,66	8,17	8,49	8,74
19	8.31	8,84	9,18	9,44
20	8,96	9,51	9,87	10,14
21	9,61	10,20	10,57	10,84
22	10,28	10,89	11,27	11,56
23	10,96	11,59	11,98	12,28
24	11,65	12,29	12,70	13,01
25	12,34	13,00	13,42	13,74
30	15,87	16,6	17,1	17,4
35	19,5	20,4	20,9	21,3
40	23,3	24,2	24,8	25,2
45	27,1	28,1	28,7	29,2
50	30,9	32,0	32,7	33,2
55	34,9	36,0	36,8	37,3
60	38,9	40,1	40,9	41,4
65	43,0	44,2	45,0	45,6
70	47,0	48,3	49,2	49,8
75	51,0	52,4	53,3	54,0
80	55,1	56,6	57,6	58,3
85	59,3	60,9	61,8	62,5
90	63,5	65,1	66.1	66,9
95	67,7	69,3	70,4	71,1
100	71,9	73,6	74,6	75,5
105	76,2	77,9	79,0	79,8
110	80,4	82,2	83,3	84,2
115	84,7	86,6	87,7	88,5
120	89,0	90,9	92,1	93,0

Da dies Verfahren an der genannten Stelle selbst nur kurz angedeutet ist, soll es hier etwas näher besprochen werden. Die Wahrscheinlichkeit w für gerade x Anrufe in einem Zeitraum, wo die durchschnittliche Anzahl y ist, ist bekanntlich unter den gewöhnlichen Voraussetzungen (Abschnitt 1):

$$W = \varepsilon^{-y} \frac{y^x}{x!}.$$

Den mathematischen Satz, den wir hierbei anwenden, verdanken wir S. D. Poisson[2]), derselbe ist später näher studiert worden von L. v. Bortkewitsch[3]); die Funktion ist vom Letztgenannten[4]) zahlenmäßig ausgerechnet, und später von H. E. Soper[5]). Die Wahrscheinlichkeit für x oder mehrere Anrufe in der genannten Zeit ist dann

$$P = e^{-y}\frac{y^x}{x!} + e^{-y}\frac{y^{x+1}}{(x+1)!} + e^{-y}\frac{y^{x+2}}{(x+2)!} + \cdots$$

Man sieht jetzt, daß P in vielen Fällen, nämlich wenn y nicht unverhältnismäßig groß ist, ein guter Annäherungswert für die Wahrscheinlichkeit, alle Leitungen besetzt zu finden, bei der einen Art von Ämtern also für die „Verlustzahl“ (und hier ein etwas zu großer Wert), bei der anderen Art für die „Verzögerungszahl“ $S\ (>0)$ (und hier ein etwas zu kleiner Wert) ist. Oder falls diese Zahl im Voraus festgestellt ist — in der Praxis wird es in der Regel so sein — wird die Formel die Abhängigkeit zwischen y und x angeben; die Werte von y (Tafel 8) werden niemals 5% von dem richtigen abweichen bei Systemen ohne Warteeinrichtung und niemals 1% bei Systemen mit Warteeinrichtung (beide Voraussetzungen) für den gewöhnlich angewandten Wert von P: $P = 0{,}001$. Nicht nur die zwei betrachteten Hauptformen, sondern auch etwaige Zwischenformen werden natürlich mit gutem Ergebnis nach derselben Methode behandelt werden können.

Gehen wir, bei Systemen mit Warteeinrichtung, dazu über, nach der Höhe der Wartezeiten über eine gewisse Grenze n zu fragen, und suchen wir also nicht mehr $S\ (>0)$, sondern $S\ (>n)$, so kann man eine Erweiterung derselben Methode benutzen, indem man $y\ (1-n)$ statt y setzt. Die Methode paßt am besten für kleine Werte von n, und der Fehler geht zur selben Seite wie vorhin.

Als eine andere, sehr naheliegende Annäherungsmethode kann diejenige genannt werden, welche darin besteht, daß man mit Voraussetzung 2 rechnet, selbst wenn die Verhältnisse so sind, daß eigentlich Voraussetzung 1 bestände. Die Fehler, welche hierdurch erscheinen, sind in der Regel klein; sie gehen in einer solchen Richtung, daß man zu große Werte für $S\ (>0)$ und $S\ (>n)$ erhält oder, falls y gesecht wird, zu kleine Werte für y.

XI. Es würde zu weit führen, die übrigens nur teilweise veröffentlichten, systematischen, praktischen Versuche und Messungen zu erwähnen, welche in den letzten Jahren teils von Seiten der betreffenden Firmen (namentlich Siemens & Halske und Western Electric Co.) teils von anderer Seite unternommen worden sind, oder auch solche rein empirische Formeln zu besprechen, welche dadurch zum Vorschein kommen. Dagegen würde es unrecht sein, einige interessante theoretische Arbeiten der letzteren Jahre zu übergehen, welche eines der oben behandelten Probleme betreffen. In seiner Doktordissertation[1]) hat F. Spiecker für die Berechnung der Verlustzahl eine Methode angegeben, die (wie er selbst bemerkt) nicht ganz einwandfrei ist, und welche außerdem so verwickelt ist, daß sie in der Praxis schwierig in Betrachtung kommen kann; es muß doch hervorgehoben werden, daß die Ergebnisse in den Fällen, wo der Verfasser die Rechnung durchgeführt hat, sich sehr nahe an die der oben gegebenen Formel 1 schließen. Zugleich wird an derselben Stelle eine Annäherungsformel angegeben, welche am nächsten mit der Formel für P verglichen werden kann (Abschnitt X oben); der Unterschied rührt nur von einer etwas abweichenden, vermutlich weniger zweckmäßigen Stellung der Aufgabe her. W. H. Grinsted legt in seiner Abhandlung: „A Study of Telephone Traffic Problems etc.“[2]) eine Lösung desselben Problems dar. Da diese Lösung vermutlich sowohl vom Verfasser als auch von anderen als mathematisch exakt angesehen wird, muß bemerkt werden, daß bei der Herleitung der betreffenden Formel ein Fehler eingelaufen ist, und daß die Formel zu ziemlich unrichtigen Ergebnissen führen kann. Es dürfte jedoch hinzugefügt werden, daß die Abhandlung ein Abdruck einer älteren Arbeit von 1907 ist (welche mir nicht zugänglich gewesen ist) und namentlich unter diesem Gesichtspunkt gesehen als eine verdienstvolle Arbeit bezeichnet werden muß.

XII. Beim Abschluß dieser Arbeit fühle ich das Bedürfnis, Herrn Telephondirektor F. Johannsen meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen nicht allein für das mir erwiesene Interesse hinsichtlich der hier besprochenen Untersuchungen, sondern auch für seine vieljährige Wirksamkeit zur Anregung und Förderung der rationellen, wissenschaftlichen Behandlung von verschiedenen Problemen des Fernsprechbetriebes. Auch Herrn Oberingenieur J. L. W. V. Jensen bin ich zu Dank verpflichtet, namentlich für seine gute Hilfe bei einigen Schwierigkeiten mathematischer Art.

[1]) Vgl. „ETZ“ 1913. S. 1314. (Auch: Post Office E. E. Journal, Okt. 1914; Elektroteknikeren Nr. 48. 1913.)
[2]) Recherches sur la probabilité usw., 1837.
[3]) Das Gesetz der kleinen Zahlen, 1898.
[4]) a. a. O.
[5]) Biometrica, vol. X. 1914. (Auch Karl Pearson: Tables for Statisticians usw., 1914.)

[1]) F. Spiecker: Die Abhängigkeit des erfolgreichen Fernsprechanrufes von der Anzahl der Verbindungsorgane. 1913.
[2]) Post Office E. E. Journal, April 1915.

Die Umsatzsteuer und ihre Abwälzung[1]).

Von Dr. jur. Erwin Hirschfeld, Berlin.

Die Befreiung der kommunalen Elektrizitätswerke von der Umsatzsteuer ist aufgehoben. Ein fingierter Umsatz wird besteuert bei solchen Unternehmen, welche aus mehreren verschiedenartigen Betrieben bestehen. Der Härteparagraph ist sehr wichtig. Zwischenübertragungen sind nur insoweit steuerpflichtig, als der unmittelbare Besitz übertragen wird. Die mit der Abwälzung zusammenhängenden Fragen haben die eingehendste Darstellung gefunden.

Das neue Umsatzsteuergesetz (U.St.G.), welches mit dem 1. VIII. 1918 in Kraft getreten ist an Stelle des bisherigen und zu diesem Zeitpunkt wieder außer Kraft getretenen Warenumsatzstempel-Gesetzes, hat für die Elektrizitätswerke die allergrößte Bedeutung; nicht nur wegen der grundsätzlich um das Fünffache erhöhten Steuerabgabe, welche bekanntlich statt 1 ‰ fürderhin 5 ‰ beträgt. Besonders wichtig ist vielmehr für die Elektrizitätswerke die Aufhebung der Befreiungsvorschrift, daß Reich, Bundesstaat, Gemeinden oder Gemeindeverbände wegen der Lieferung von elektrischem Strom Steuerfreiheit genießen. In Zukunft müssen also auch die allein von öffentlich-rechtlichen Körperschaften betriebenen Stromlieferungswerke die Umsatzsteuer genau so entrichten wie die privatwirtschaftlichen Werke oder die gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen, d. h. solche Unternehmungen, welche gemeinsam von öffentlichen Behörden, z. B. Gemeinden, und privaten Kapitalisten oder Kapitalvereinigungen betrieben werden. Für die Aufhebung der Befreiungsvorschrift waren zwei Gesichtspunkte maßgebend: Einmal wollte man verhindern, daß in Zukunft eine Ungleichheit in der Steuerpflicht nur dadurch entstünde, daß das eine Elektrizitätswerk ein rein von einer öffentlich-rechtlichen Körperschaft betriebenes ist, während das andere entweder rein privatkapitalistisch oder gemischtwirtschaftlich betrieben wird. Sodann aber hat zweitens der Staatssekretär (ausweislich S. 48 des amtlichen Kommissionsberichts) ausgeführt, daß die steuerliche Gleichstellung am besten dadurch erzielt würde, daß man die Elektrizitätswerke ohne Unterschied auf ihre Betreibungsform der Steuerpflicht unterwerfe anstatt daß man sie allesamt von der Steuerpflicht befreite. Würde man dagegen es bei dem Rechtszustand belassen, wie er unter der Geltung des Warenumsatzstempel-Gesetzes bestanden hatte, so würden die privaten und gemischtwirtschaftlichen Betriebe — übrigens in Konkurrenz von Privatbetrieben — mit der Zeit ganz in die Hände von Gemeinden gelangen und dann der Besteuerung des Reiches entzogen sein, wie der Staatssekretär weiter ausgeführt hatte.

Wenngleich auch nicht verkannt werden kann, daß die Zwecke der Elektrizitätswerke, soweit sie sich mit der Stromerzeugung befassen, ausschließlich gemeinnützige sind, so findet aber auch unter dem Gesichtspunkt der Gemeinnützigkeit gemäß § 3, Ziff. 2 des U.St.G. eine Befreiung nur dann statt, wenn die Unternehmen nicht auf Gewinnerzielung gerichtet sind; in den meisten Fällen werden jedoch die Elektrizitätswerke die Erzielung von Gewinn beabsichtigen und infolgedessen steuerpflichtig sein.

[1]) Näheres vgl. Dr. E. Hirschfeld, „Leitfaden zur Umsatzsteuer“. Verlag J. Heß, Stuttgart.

Digitized by Google

Für die Dauer der Kriegswirtschaft sind nach § 40 des U.St.G. Bundesstaaten, Gemeinden oder Gemeindeverbände wegen der Lieferung von Gegenständen zur Versorgung der Bevölkerung mit Lebens- und Futtermitteln grundsätzlich steuerbefreit, mit Zustimmung des Reichskanzlers können die obersten Landesfinanzbehörden den Gemeinden oder Gemeindeverbänden solche Lebensmittelversorgungs-Gesellschaften (Bezirkszentralen) gleichstellen, die unter Beteiligung von Gemeinden oder Gemeindeverbänden zur Versorgung der Bevölkerung mit Lebens- und Futtermitteln errichtet sind. Diese gesetzliche Vorschrift im neuen U.St.G. entspricht im wesentlichen einer Bundesratsverordnung, welche im Geltungsbereich des Warenumsatzstempel-Gesetzes zuvor ergangen war. Wenn auch die Elektrizität selbstverständlich nicht unter den Begriff „Lebens- und Futtermittel" fällt, so bedeutet doch die Stromversorgung für die Gesamtheit der Bevölkerung eine derartig gemeinnützige Einrichtung, daß ein Antrag an den Bundesrat vielleicht nicht aussichtslos erscheint, mit Rücksicht auf die aufgehobene Befreiungsvorschrift des Warenumsatzstempel-Gesetzes wenigstens für die Dauer der Kriegs- und Übergangzwirtschaft durch Bundesratsverordnung die Versorgung mit Elektrizität in gewissem Umfange der Versorgung mit Lebens- und Futtermitteln gleich zustellen.

Sehr wichtig ist auch die Vorschrift im § 7 des U.St.G., welche allerdings erst mit dem Beginn des Kalenderjahres in Kraft tritt, das auf den Friedensschluß mit den Großmächten folgt. Diese Vorschrift betrifft solche Unternehmen, welche aus mehreren verschiedenartigen Betrieben bestehen, von denen der eine die von ihm hergestellten Gegenstände an den anderen liefert, also wenn z. B. ein Elektrizitätswerk seine eigenen Kohlengruben hat und die auf der Zeche geförderten Kohlen in seinen Stromerzeugungsmaschinen verfeuert. Bei dieser Entnahme aus den eigenen Kohlengruben liegt selbstverständlich kein Umsatz vor, da man nicht an sich selbst umsetzen kann. Das U.St.G. fingiert jedoch in solchen Fällen einen Umsatz, wenn diese Entnahmen 100 000 M jährlich übersteigen; als Entgelt, welches der Umsatzsteuer alsdann zugrunde zu legen ist, gilt der Jahresbetrag, der am Orte und z. Zt. der Lieferung von Wiederverkäufern gezahlt zu werden pflegt, also der Großhandelspreis.

Endlich ist sehr wichtig, daß der Bundesrat zur Beseitigung besonderer Härten die Steuer ermäßigen oder erlassen kann, wie auch Steuerermäßigungen oder Steuerbefreiung für bestimmte Fälle vorsehen kann. Dieser sogenannte Härteparagraph ist keine Gnade, welche erbeten werden muß, sondern er stellt einen Rechtsanspruch des Steuerpflichtigen dar, welchen er zur Beseitigung besonderer Härten hat.

Im § 4 des Gesetzes wird bestimmt: „Wird bei Abwicklung mehrerer Umsatzgeschäfte, die zwischen verschiedenen Personen über dieselben Gegenstände oder über Gegenstände gleicher Art abgeschlossen sind, der unmittelbare Besitz an dem Gegenstand nur einmal übertragen, so ist nur das Umsatzgeschäft desjenigen steuerpflichtig, der den unmittelbaren Besitz überträgt." Danach können z. B. bei Überlandzentralen, welche den einzelnen Gemeinden den Strom erst durch eine Sammelstelle zur direkten Weiterleitung an die Konsumenten liefern, solche Lieferungen steuerbefreit sein, nämlich dann, wenn der unmittelbare Besitz des in den Sammelstellen, Transformatoren usw. befindlichen Stromes bei den Überlandzentralen verbleibt.

Anläßlich der erheblich erweiterten Bedeutung der Umsatzsteuer, sowohl was die sachliche Steuerpflicht, wie was die Höhe des Steuersatzes angeht, ist die Frage von großer Wichtigkeit, ob und in welchem Umfang die Steuer abgewälzt werden kann. Waren in Unvorhersehbarkeit der fünffachen Erhöhung der Umsatzsteuer Verträge vor dem Inkrafttreten des Gesetzes abgeschlossen, so kann dem Lieferer bzw. dem Leistenden nicht zugemutet werden, daß er endgültig die steuerliche Mehrbelastung trägt, weil er bei seiner Preisstellung keine Gelegenheit gehabt hatte, die Mehrsteuer in seine Kalkulation mithineinzuziehen. Deshalb ist für diejenigen Fälle, wo Verträge vor dem Inkrafttreten des Gesetzes abgeschlossen waren, das Entgelt jedoch nach dem Inkrafttreten zu entrichten ist, die gesetzliche Bestimmung getroffen worden, daß mangels abweichender Vereinbarung der Abnehmer verpflichtet ist, dem Lieferer einen Zuschlag zum Entgelt in Höhe der durch die neue Umsatzsteuer im Verhältnis zum Warenumsatzstempel verursachten steuerlichen Mehrbelastung zu leisten; dieser Preiszuschlag bildet keinen Grund zur Vertragsaufhebung. Es ist somit für die Übergangszeit gerade die gesonderte Abwälzung gesetzlich vorgeschrieben, während für die spätere Zeit bei Leistungen aus Verträgen die nach dem Inkrafttreten des Gesetzes abgeschlossen sind, der Steuerpflichtige, also der Stromlieferer, nicht berechtigt ist, die Steuer dem Leistungsberechtigten neben dem Entgelt ganz oder teilweise gesondert in Rechnung zu stellen und eine Vereinbarung, die den vorstehenden Vorschriften entgegensteht, nichtig ist. Wird trotzdem in neuen Verträgen vereinbart, daß die Steuer gesondert in Rechnung zu stellen ist, so kann diese Vereinbarung möglicherweise die Gültigkeit des gesamten Geschäfts in Frage stellen, wenn nämlich anzunehmen ist, daß die Parteien bei Kenntnis der teilweisen Nichtigkeit das Geschäft in dieser Art, also namentlich mit dem gleichen Entgelt, nicht abgeschlossen hätten; denn der Preis ist ein wesentlicher Vertragsbestandteil (§ 139 B.G.B.).

Es ist jedoch davon auszugehen, daß die Übergangsvorschrift, betreffend die Abwälzung, nur auf solche Umsätze Anwendung findet, bei denen sowohl die Entrichtung des Entgelts wie auch die Bewirkung der Leistung bzw. Lieferung nach dem Inkrafttreten des neuen U.St.G. liegen; denn andernfalls würde ein wesentlicher, gesetzlicher Tatbestand, nämlich die Lieferung oder Leistung, zu einem Zeitpunkt bereits geschehen sein, als das Gesetz überhaupt noch nicht galt und somit dem Gesetz eine rückwirkende Kraft beigelegt werden, welche es überhaupt nicht hat. Auch wäre bei einer derartigen Rückwirkung alsdann der Leistungs- bzw. Lieferungsempfänger gänzlich von der Versteuerungsart seines Vertragsgegners abhängig, denn würde derselbe unter der Geltung des Warenumsatzstempel-Gesetzes die Versteuerungsart nach den Warenausgängen (reine Umsatzversteuerung ohne Rücksicht auf Bezahlung) gewählt haben an Stelle der Versteuerung der eingehenden Entgelte (Einnahmeversteuerung), so würde eine Steuerpflicht des Lieferers überhaupt nicht mehr in Frage kommen und mithin auch eine Abwälzung gar nicht praktisch werden können. Geht jedoch der Lieferer anläßlich des Gesetzeswechsels von der Warenausgangsversteuerung (nach der Stromlieferung ohne Rücksicht auf die Bezahlung) über zur Versteuerung der Einnahmen, so muß er die Einnahmen mit der Differenz zwischen Umsatzsteuer und Warenumsatzstempel, also mit 4 ‰ nachversteuern; auch in diesem Falle würde dieser Nachsteuerbetrag nicht abwälzbar sein, weil ja die Lieferung bereits vor dem Inkrafttreten des U.St.G. erfolgt war. Hatte der Steuerpflichtige, weil sein Jahresumsatz 200 000 M überstieg, bereits zufolge dem Warenumsatzstempel-Gesetz vierteljährliche Vorauszahlungen geleistet, so ist ihm auf die Umsatzsteuer der Betrag natürlich anzurechnen, soweit er den Warenumsatzstempel für die Zeit vom 1. Januar bis 31. Juli 1918 überschreitet.

Schwierigkeiten macht der Fall, daß die Lieferung aus mehreren Verträgen erfolgt, die teils vor, teils nach dem Inkrafttreten des U.St.G. oder auch gar schon des Warenumsatzstempel-Gesetzes — abgeschlossen worden waren. Dieser Fall ist in dem Gesetz nicht geregelt. Ein Beispiel hierfür kommt bei den Elektrizitätswerken vor; denn die Stromlieferung geschieht vielfach auf Grund zweier Verträge, nämlich eines Konzessionsvertrages, der die Tarife enthält, und eines mit dem einzelnen Stromabnehmer geschlossenen Anschlußvertrages. Hier taucht die Frage auf, ob die Abwälzung der Umsatzsteuer zufolge § 42, letzter Absatz, des U.St.G. gestattet ist, weil der Konzessionsvertrag mit dem Tarif schon vor dem Inkrafttreten des U.St.G. vorgelegen hatte, oder ob eine gesonderte Inrechnungstellung der Umsatzsteuer zufolge § 13 des U.St.G. unzulässig ist, weil der Anschlußvertrag mit dem einzelnen Stromabnehmer in der Zeit nach dem Inkrafttreten des U.St.G. erfolgte. Hier müssen jedoch nachfolgende Erwägungen Platz greifen: Zweck der genannten Vorschrift in § 42 ist, wie aus den Worten „Zuschlag zum Preise" hervorgeht, eine Verbesserung der vertraglich festgelegten Verkaufspreise aus Anlaß und in Höhe der nachträglich den Lieferer belastenden, von ihm unvorhergesehenen Umsatzsteuer. Wenn auch diese gesetzliche Bestimmung einen Vertrag nur ins Auge gefaßt hat, der vor dem Inkrafttreten des U.St.G. abgeschlossen war, so faßt sie allein denjenigen Vertrag voll ins Auge, welcher über die Preisbestimmung die Festlegung enthält; denn nur die Preisfestlegung hätte es ohne ausdrückliche gegenteilige Gesetzesvorschrift dem Lieferer unmöglich gemacht, wegen der bei der früheren Preiskalkulation außer Ansatz gebliebenen Umsatzsteuer jetzt nachträglich die Preise zu erhöhen. Es war gerade der Zweck der Vorschrift, daß der Lieferer nicht mit einer Steuer belastet werden sollte, die er in gänzlicher Unvorhersehbarkeit nicht in seine Preise einrechnen konnte. (Anm. Hierzu vergleiche auch die sehr beachtlichen Ausführungen von Justizrat Dr. Tiktin in Nr. 35 des „Preußischen Verwaltungsblattes" vom 2. VI. 1917, S. 509 bis 510). Da der Gesetzgeber durch die Vorschrift, daß bei Lieferungen aus älteren Verträgen die Steuer abgewälzt werden darf, ausdrücklich die Umsatzsteuer als ein Ereignis bezeichnet, das als unvorhersehbare Veränderung der Umstände gilt, so kann man auch dagegen nicht den Einwand erheben, daß der Lieferer derartige Risiken allein tragen muß. Nach dem ausdrücklich vom Gesetzgeber kundgetanen Willen, die Abwälzung ohne Beschränkung bei bestehenden Verträgen zuzulassen, ist vielmehr die Umsatzsteuer als ein solches späteres Ereignis anzusehen, dessen Eintritt nach Lage der Dinge von den Vertragsparteien nicht als ihr Risiko übernommen worden ist, sondern vielmehr eine entsprechende Preisrevidierung nötig macht. Das Ergebnis ist also folgendes: War der Konzessionsvertrag vor dem 1. X. 1916 (am Tage des Inkrafttretens des bisherigen Warenumsatzstempel-Gesetzes) abgeschlossen worden, dann darf der Stromlieferer dem Stromverbraucher 5 ‰ in Rechnung stellen; denn es findet sowohl die Vorschrift in Artikel V, Abs. 3, des Warenumsatzstempel-Gesetzes wie auch § 42 des U.St.G. Anwendung. War jedoch der Konzessionsvertrag nach dem 1. X. 1916, jedoch vor dem 1. VIII. 1918 (dem Tage des Inkrafttretens des neuen U.St.G.) abgeschlossen worden, so darf zufolge § 42 des U.St.G. der Lieferer nur die Differenz zwischen Umsatzsteuer und Warenumsatzstempel, also nur die Mehrbelastung mit 4 ‰, dem Stromabnehmer mangels abweichender vertraglicher Vereinbarung in Rechnung stellen.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Die Stromversorgung der Provinz Brandenburg.

Die Provinz Brandenburg hatte sich anfangs des Jahres 1916, nachdem sie sich durch einen Vertrag mit der Staats-Eisenbahnverwaltung Braunkohlenstrom aus dem staatlichen Bahnkraftwerk in Bitterfeld, das die Elektrizität für die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn liefern sollte, gesichert hatte, entschlossen, die Elektrizitätsversorgung der Provinz in möglichst großem Umfang selbst in die Hand zu nehmen. Zu diesem Zweck erwarb sie die Mehrheit der Aktien des Märkischen Elektrizitätswerkes (MEW), das schon große Teile der Provinz Brandenburg versorgt, und sicherte sich gleichzeitig das Recht, später auch die übrigen Aktien dieses Unternehmens zu erwerben. Da anderseits die Stadtgemeinde Berlin, nachdem sie am 1. X. 1915 die gesamten Anlagen der Berliner Elektricitäts-Werke erworben hatte, wesentliche Teile des Provinzialgebietes in den Kreisen Teltow und Niederbarnim mit Elektrizität versorgt, bestand die Gefahr, daß zwischen den Städtischen Elektrizitätswerken Berlin und dem MEW ein für beide Unternehmungen schädigender Wettbewerb entfesselt werden könnte. Um diese Gefahr zu beseitigen, ist nach langwierigen Verhandlungen zwischen der Stadt und dem MEW eine Verständigung auf folgender Grundlage erzielt worden: Die Stadt und das MEW gründen unter der Firma Elektrizitätswerk Oberspree eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung, an der sie je zur Hälfte beteiligt sind. Die Gesellschaft erwirbt von der Stadt das der Versorgung des Vorortsgebietes dienende Kraftwerk Oberspree und das dazu gehörige Leitungsnetz. Die Stadtverordnetenversammlung ist in einer eingehenden Vorlage um ihre Zustimmung ersucht worden. *M. B.*

RECHTSPFLEGE.

[Bearbeitet von Rechtsanwalt Dr. O. Canter, Karlsruhe.]

Entwicklung des Elektrizitätsrechts 1913 bis 1917.

[Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen, Bd. 16, S. 57, 10 S.]

Eine sehr beachtenswerte verdienstliche Zusammenstellung der in den Jahren 1913 bis 1917 ergangenen 500 gerichtlichen Entschei-

Digitized by Google

dungen, durch welche Betriebe, die mit elektrischer Kraft zu tun haben, jeweils berührt worden sind, hat Amtsgerichtsrat W. Coermann, Straßburg, unter der Überschrift die Entwicklung des Elektrizitätsrechts in der Zeistchrift „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen", Jahrgang XVI, Heft 7 u. 8 in Fortführung seiner dort im Jahrgang XI, Heft 19, gegebenen Übersicht veröffentlicht.

In 3 Abteilungen werden die ergangenen Entscheidungen kurz dargelegt. Zunächst werden unter A diejenigen Entscheidungen zusammengestellt, welche sich auf elektrische Bahnen beziehen. Dann werden unter B diejenigen Entscheidungen gewürdigt, welche die Telegraphenverwaltung betreffen und schließlich unter C die Entscheidungen, welche ergangen sind in Rechtsfällen von Elektrizitätswerken.

Die Zusammenstellung gewährt trefflichen Einblick und Überblick in die Rechtsprechung. Fast durchweg sind die früheren Rechtsauffassungen beibehalten mit logischer Weiterentwicklung in manchen sogar ziemlich zahlreichen Fällen. Irgend eine Entscheidung von ganz grundlegender neuer Bedeutung konnte ich jedoch nicht entdecken. *C.*

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Nachtrag zum Bericht über die Sitzung am 29. Januar 1918.[1])

Diskussion zum Vortrag des Herrn Dr.-Ing. R. Rüdenberg über

„Neue Asynchronmotoren mit Selbstanlauf durch tertiäre Wirbelströme".[2])

Herr **Kloß**: Der sehr interessante und lehrreiche Vortrag würde zu mancher Frage und Bemerkung Anlaß bieten, aber die Zeit ist so weit vorgeschritten, daß ich mich darauf beschränken will, nur eine Frage anzuschneiden. Die Kurven, die Herr Dr. Rüdenberg uns gezeigt hat, die die Abhängigkeit von Drehmoment und Schlüpfung darstellen, waren theoretisch abgeleitet und hatten einen ganz glatten Verlauf. Es tritt nun bei Kurzschlußankern oft die unter dem Namen des „Schleichens" bekannte Erscheinung auf, die sich daraus erklärt, daß die Drehmomentlinie Sattelbildungen aufweist infolge übergelagerter Drehmomente, deren Synchronismus bei geringen Drehzahlen liegt. Ich möchte nun Herrn Dr. Rüdenberg fragen, ob er solches Schleichen bei seinen Ankern beobachtet hat, ferner wie die Meßpunkte erhalten worden sind auf dem labilen Teil der Drehmomentenlinie, und schließlich, welches Nutenzahlenverhältnis im Rotor und Stator der Versuchsmotor hatte.

Herr **Rüdenberg**: Die auf den Bildern vorhandenen Punkte sind sämtlich durch direkte Messung ohne Umrechnung erhalten. Die Messung auf dem „labilen Ast" der Drehmomentenkurve ist nicht grundsätzlich unmöglich, da dieser Ast gar nicht durchweg labil ist, sondern je nach den Belastungsverhältnissen auch stabil sein kann. Belastet man den Motor mit einer Reibungsbremse, die konstantes Moment besitzt, so ist der linke Ast der Drehmomentenkurve allerdings labil, da jede kleine Abweichung vom Beharrungszustand vergrößert wird. Ich habe deshalb als Belastung eine möglichst starre Gleichstrommaschine mit fast konstanter Drehzahl benutzt, deren Drehmomentenkurve die des Drehstrommotors stets in stabilen Schnittpunkten schneidet. Die Drehzahl wird bei der Messung an der Gleichstrommaschine eingestellt, und am Drehstrommotor werden die entsprechenden Ablesungen gemacht. Umrechnungen auf Grund theoretischer Überlegungen sind hierbei nicht erforderlich.

Schleichtourenzahlen haben wir bei diesem Motor nicht gefunden. Es gehört zu den guten Eigenschaften der neuen Anker, daß sie, soweit ich sehe, überhaupt nicht schleichen können. Dies liegt daran, daß die Oberfelder höherer Polzahl im Motor, die das Festhaken bei Kurzschlußankern bei einer niederen Drehzahl bewirken, hier keine nennenswerten Ströme im Anker erzeugen können. Die außerordentlich hohe Frequenz der Oberfelder, die vielleicht 300 oder 500 betragen wird, bewirkt es nämlich, daß der Ankerwiderstand für diese Oberströme durch Wirbelstrombildung und Stromverdrängung so stark erhöht wird, daß sich keine nennenswerten Oberströme ausbilden können, und daß daher auch kein schädliches Zusatzdrehmoment entwickelt wird.

Der Motor hat im Ständer eine Dreilochwicklung bei 10 Polen und dementsprechend 90 Nuten, im Rotor, wo absichtlich ziemlich grobe Zahnteilung ausgeführt wurde, besitzt er 50 Nuten.

Herr **Kloß**: War es genau 50? Das würde ein einfaches Zahlenverhältnis 5:9 geben, und diese ganzzahligen Verhältnisse vermeidet man in der Regel, weil sie ungünstige Anlaufverhältnisse geben.

Herr **Rüdenberg**: Bei Ankern mit Widerstandsvergrößerung wird der ungünstige Einfluß bestimmter Nutenverhältnisse kaum bemerkt werden. Die Versuche sind wohl ein Beweis hierfür.

Herr **Kloß**: Die angegebenen Nutenzahlen zeigen vor allem das eine, daß der Rotor mit einer geringeren Nutenzahl ausgeführt wurde als der Stator. Das stimmt mit meinen eigenen Erfahrungen durchaus überein. Ich habe durch meine Untersuchungen gefunden, daß dies die erste, unbedingt nötige Bedingung ist, um das Schleichen der Käfiganker wenn auch nicht ganz zu unterdrücken, so doch zum mindesten zu mildern. Ich habe als brauchbare Nutenverhältnisse in der Regel Werte gewählt, die zwischen 1 : 1,2 und 1 : 1,3 liegen, aber die ganzzahligen Verhältnisse 4 : 5 und 5 : 6 vermieden. Zweilochwicklungen im Stator geben in der Regel schlechte Anlaufverhältnisse.

Herr **Fleischmann**: Ich möchte fragen, um wieviel der cos φ sich durch die Vertiefung und Verschmälerung der Nut verschlechtert hat. Angaben in der Literatur sprechen von 3 bis 4% Verschlechterung.

Herr **Rüdenberg**: Die Frage ist im allgemeinen schwer zu beantworten. Bei ungünstigen Motorverhältnissen halte ich, wie bereits gesagt 3 bis 4% Verschlechterung des Leistungsfaktors für denkbar, bei schnellaufenden Motoren weniger. Es ist zweckmäßig, den ganzen Motor von vornherein entsprechend den Streuungsverhältnissen zu berechnen, die hier anders liegen als bei gewöhnlichen Motoren. Die bisherigen Motoren haben durchweg im Stator größere Streuung als im Rotor. Bei Motoren mit Wirbelstrombildung im Anker wird man den Entwurf von vornherein auf die umgekehrten Verhältnisse richten.

Herr **Schüler**: Herr Dr. Rüdenberg hatte die Absicht, den Motor, den er hier vorgeführt hat, in Wirklichkeit bei dem Vortrag zu zeigen. In diesem Saal ging es nicht und wir wollten den Vortrag in der Hochschule halten, aber das ließ sich aus verschiedenen Gründen nicht machen. Ich wollte Herrn Dr. Rüdenberg fragen, ob er nicht einer Anzahl Herren, die sich besonders dafür interessieren, den Motor in Siemensstadt zeigen könnte.

Herr **Rüdenberg**: Ich würde es außerordentlich begrüßen, den Motor vorzuführen, ich fürchte aber, daß die augenblicklichen Kriegsverhältnisse in unserer Werkstatt dem Wunsche entgegenstehen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 89.
[2]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 433, 493, 501.

Sitzung
am Dienstag, den 26. November 1918, abends ½8 Uhr
im Ingenieurhaus, Berlin.

Vorsitzender: Herr Geheimrat Strecker.

Anwesend etwa 260 Mitglieder und 25 Gäste.

Vorsitzender: M. H.! Ich eröffne die Sitzung. Sind Einwendungen gegen den vorigen Sitzungsbericht[1]) zu machen? Das scheint nicht der Fall, dann gilt der Sitzungsbericht als festgestellt.

5 neue Anmeldungen sind eingegangen; das Verzeichnis liegt aus.

Vom „Jahrbuch der Elektrotechnik" ist der Jahrgang 1917 erschienen. Der Ladenpreis beträgt 20 M, zuzüglich eines Kriegszuschlages von 2 M. Die Verbandsmitglieder können es zur Hälfte des Preises, also für 11 M beziehen. Der Verband teilt uns noch mit, daß auch von den früheren Jahrgängen noch einige Exemplare zum Vorzugspreise vorrätig sind, die aber jetzt etwas teurer verkauft werden wegen des Kriegszuschlages. Die bisher erschienenen Jahrgänge kosten jetzt: 1912 4,80 M; 1913 6,00 M; 1914 6,00 M; 1915 9,60 M; 1916 9,10 M.

Wenn die Herren davon Gebrauch machen wollen, empfiehlt es sich, die Bestellungen zu sammeln und das Buch durch den Verein zu beziehen.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 471

Bevor wir zu Punkt 2 der Tagesordnung übergehen, habe ich Ihnen noch eine Mitteilung zu machen, die infolge der Kürze der Zeit nicht mehr als besonderer Punkt auf die Tagesordnung gesetzt werden konnte. Es handelt sich um die Begründung zweier Vereinigungen, die für unseren Verein von besonderer Wichtigkeit sind, des „Reichsausschusses der akademischen Berufsstände" und des „Bundes Technischer Berufsstände". Daß wir Techniker zu einem Bunde technischer Berufsstände gehören, ist ohne weiteres klar. Ob wir uns auch einem Reichsausschuß der akademischen Berufsstände anschließen können oder sollen, bedarf vielleicht einer kleinen Erläuterung. Wie Ihnen bekannt, machen die Ingenieurvereine zum großen Teil keinen Unterschied, ob ihre Mitglieder eine abgeschlossene akademische Ausbildung genossen haben oder nicht. Auch unser Verein hält es so; wir fragen nicht: bist du Akademiker oder nicht; wir fragen nur: bist du ein tüchtiger Elektrotechniker? Wenn das der Fall ist, dann ist uns der Fachmann als Mitglied willkommen, und wir fragen weiter nicht nach einem Diplom. Der Reichsausschuß der akademischen Berufsstände nimmt die Vereine als Ganzes auf, fragt also nicht nach der Vorbildung, sondern überläßt es der Verantwortung des Vereins. Wenn dieser der Ansicht ist, daß auch Nichtakademiker vollwertige Fachgenossen sind, ist die Sache damit für den Reichsausschuß erledigt.

Der Bund Technischer Berufsstände will alle Techniker vom Werkmeister bis zum technischen Leiter umfassen. Er fordert für die technischen Berufsstände Einfluß auf die Regierung, die Verwaltung des Staates, der Gemeinde, auf Parlament und Wirtschaftsleben. Er stellt sich auf den Boden der freien, demokratischen Staatsverfassung, er verlangt die Nationalversammlung und bereitet den Eintritt zahlreicher Techniker in die Nationalversammlung vor. Er will sich nicht gegen andere Berufsstände abschließen, nicht gegensätzlich zu ihnen stehen, sondern er wünscht mit ihnen zusammen zu arbeiten. Insbesondere erstrebt er ein verständnisvolles Zusammenarbeiten mit der Arbeiterschaft.

Der Reichsausschuß akademischer Berufsstände stellt sich zur Aufgabe die Wahrung der kulturellen und sozialen Interessen der deutschen Akademiker. Er will die Arbeiter der geistigen Berufe umfassen und sich beteiligen beim Wiederaufbau der Wirtschaft unseres Vaterlandes. Daneben setzt er sich zum Ziel die Fürsorge für die stellungslosen Akademiker, die aus dem Heeresverbande entlassen werden. Auch er tritt für baldige Einberufung der Nationalversammlung ein.

Der Bund Technischer Berufsstände hat gestern Abend eine öffentliche Versammlung abgehalten, bei der ich viele Herren unseres Vereins gesehen habe. Es war eine eindrucksvolle und bedeutende Versammlung, bei der wichtige Beschlüsse gefaßt worden sind. Der Reichsausschuß der akademischen Berufsstände hat noch keine öffentliche Sitzung abgehalten.

Der Bund Technischer Berufsstände umfaßt die Techniker, der Reichsausschuß alle Akademiker, also auch die Pfarrer, die Architekten, Rechtsanwälte, Richter, Hochschullehrer, Oberlehrer usw. Bei seiner Begründung hat man empfunden, daß es notwendig sei, noch weiter zu gehen, denn die geistigen Berufszweige sind damit nicht völlig erfaßt. Man hat noch nicht die Künstler, Schauspieler, Schriftsteller usw. miteingeschlossen, deren geistige Tätigkeit für uns alle von großer Wichtigkeit ist. Um alles das zu umfassen, auch die Techniker, soll noch ein Reichsausschuß der geistigen Berufsstände gegründet werden. Das ist der Oberbau zu dem Ganzen, was wir an Vereinswesen bei uns haben.

M. H.! Die Zeit fordert von uns Zusammenschluß. Wenn wir an die großen Aufgaben, die unserem Volke bevorstehen, herantreten, den Wiederaufbau der Wirtschaft, die Verstaatlichung unserer Betriebe, soweit es nötig und möglich ist, da dürfen natürlich die Techniker nicht fehlen. Wir sind dazu berufen, an maßgebender Stelle mitzuwirken. Wir müssen uns zusammenschließen, um politischen Einfluß zu bekommen, wir müssen den beiden Vereinigungen, von denen ich gesprochen habe, beitreten, wir müssen auch später dem Reichsausschuß der geistigen Berufsstände beitreten. Wenn wir uns dem Bund Technischer Berufsstände anschließen wollen, so ist das Sache des Einzelnen, weil der Bund Einzelmitglieder aufnimmt. Sagen Sie nicht, Sie gehören schon so vielen Vereinen an; so steht die Sache nicht. Es ist von großer Wichtigkeit, es ist unerläßlich, daß wir alle beitreten; es ist Pflicht jedes Einzelnen gegen sich **selbst** und gegen die Fachgenossen. Wir

Digitized by Google

müssen das tun, um uns zu einer machtvollen Organisation zusammenzuschließen, die Einfluß gewinnt; die Zahl ist maßgebend, daher kommt es auf jeden Einzelnen an. Die geforderte Beitragsleistung ist gering; der Bund setzt seinen Mindetsbeitrag auf 5 M jährlich. Denken Sie, was unsere Arbeiter erreicht haben, was sie mit ihrer Organisation fertig gebracht haben. Es ist naturgemäß, daß jeder, der etwas mehr beisteuern kann, das auch tun soll, denn die Mittel, die gebraucht werden, sind erheblich.

Der Reichsausschuß der akademischen Berufsstände nimmt die ganzen Vereine auf. Der Vorstand hat beschlossen, vorbehaltlich Ihrer Genehmigung, diesem Reichsausschuß beizutreten. Ich habe den Beitritt bereits unter dem genannten Vorbehalt erklärt und bitte um Ihre Zustimmung. Wünscht hierzu jemand das Wort? Dann nehme ich an, daß Sie alle einverstanden sind, die Genehmigung zu dem erklärten Beitritt zu erteilen.

Listen zum Eintritt in den Bund Technischer Berufsstände werden am Schluß der Sitzung ausliegen. Ich bitte die Herren, sich hier einzutragen.

Der Reichsausschuß akademischer Berufsstände, dem wir also korporativ beigetreten sind, hat in seiner Organisation vorgesehen eine Vertreterversammlung, zu der jeder beitretende Verein 2 Mitglieder wählen kann, und dann einen Arbeitsausschuß, zu dem jeder Berufszweig, der dort vertreten ist, einen Vertreter wählt. Es ist vielleicht nicht zweckmäßig, daß wir heute wählen, und ich möchte Sie bitten, den Ausschuß zu beauftragen, diese Wahl sobald wie nötig vorzunehmen. Widerspruch erhebt sich nicht, es ist also danach beschlossen.

Ich wollte dann noch mitteilen, daß der Bund Technischer Berufsstände in der nächsten Zeit eine Vortragsreihe zur staatsbürgerlichen Ausbildung von Technikern veranstaltet, zu der Sie hierdurch eingeladen werden. Es werden 12 Vortragsabende abgehalten, die am 3. Dezember (täglich von 8 bis 10 Uhr abends) beginnen. Bei stärkerer Beteiligung wird der Kursus wiederholt. Der Hörerbeitrag beträgt für Mitglieder des Bundes 10 M, für Nichtmitglieder 15 M. Nähere Auskunft erteilt Herr Dr.-Ing. Sinner, hier im Hause. Es liegt eine Anzahl Ankündigungen darüber aus. Das Programm ist folgendes:

Abend

1. Allgemeine politische Orientierung. Die Revolution, ihre Ursachen und Folgen.
2. Der Weltkrieg, seine Ursachen und Folgen.
3. Völkerrechtsfragen; Völkerbund; Schiedsgericht.
4. Verfassung und Verwaltung des alten Reiches.
5. Der Verfassungsneubau.
6. Die Deckung des Finanzbedarfes von Reich, Staat und Gemeinden. Tilgung der Kriegsschulden.
7. u. 8. Die Wirtschaftspolitik vor und im Kriege und während der Übergangszeit. Neubau des Wirtschaftslebens.
9. u. 10. Die soziale Gesetzgebung. Überblick über die bisher geleisteten sozialen Maßnahmen. Soziale Reform und soziale Forderungen infolge des Krieges und der Revolution.
11. Die politischen Parteien bis zum Kriege. Die jetzigen Parteien.
12. Politische Tagesfragen.

Änderungen vorbehalten.

Wir kommen zu Punkt 2 der Tagesordnung, ich bitte Herrn Dr. Dolivo-Dobrowolsky, seinen Vortrag über „Die Grenzen der elektrischen Arbeitsübertragung durch Drehstrom" zu halten.

An den Vortrag schloß sich eine Erörterung, an der die Herren Scherbius, Klingenberg, Rüdenberg, Sarfert, Strecker, Fleischmann und der Vortragende teilnahmen. Vortrag und Erörterung werden in der „ETZ" zum Abdruck kommen.

Vorsitzender: M. H.! Wir sind am Ende unserer interessanten Erörterung angelangt. Es bleibt mit nur übrig, Herrn Dr. Dobrowolsky für seinen interessanten Vortrag, der wohl seine Bedeutung in der künftigen Entwicklung noch haben wird, den besten Dank des Vereins auszusprechen. Mir scheint, der Wechselstrom ist noch lange nicht totgeschlagen, im Gegenteil, er wird sich seinerseits wehren und das ist das beste, was er tun kann; Gleich- und Wechselstrom werden ihr bestes hergeben, und daraus wird ein neuer Fortschritt der Elektrotechnik entstehen.

Ich schließe die Sitzung.

Der Generalsekretär:
L. Schüler.

Neuanmeldungen:

Handtrag. M., Ingenieur, Schöneberg.
Köhler, Diplomingenieur, Oberingenieur, Berlin-Wilmersdorf.
Michelsohn, Philipp, Ingenieur, Riga.
Schneidebach, F., Ingenieur, Friedrichshagen b. Berlin.
Schmitz, Daniel, Ingenieur, Mainz a. Rh.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreise erbeten.)

K. Eiler †.

In Göttingen verstarb am 13. Oktober d. J. nach kurzem, schweren Krankenlager an Lungenentzündung der Direktor des Städt. Elektrizitätswerkes, Dr.-Ing. Karl Eiler, im 44. Lebensjahre. Der Verstorbene war Rheinländer von Geburt, studierte in Aachen, betätigte sich dann als Ingenieur beim Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk, wurde darauf Vorstand der elektrotechnischen Abteilung des Dampfkessel-Überwachungsvereins zu Hannover und bald nach Ausbruch des Krieges zum Direktor des Elektrizitätswerkes Göttingen berufen. Seinen Erfahrungen, seiner Tatkraft und Umsicht verdankt das genannte Elektrizitätswerk weiteres Emporblühen. Mit besonderer Vorliebe widmete er sich Stromtarifverbesserungen und der Einrichtung großzügig angelegter Buchführung. Zahlreiche Elektrizitätswerke erbaten sich seinen fachmännischen Rat. Schon in Hannover, wo er lange Jahre der Elektrotechnischen Gesellschaft als Vorstandsmitglied angehörte, und deren Bestrebungen er größtes Interesse entgegenbrachte, war er als Sachverständiger für elektrische Anlagen aller Art in weiteren Kreisen bekannt geworden. Mit großer Sachkenntnis prüfte und überwachte er die ihm anvertrauten Entwürfe und Anlagen, seinen Anregungen verdanken deren Besitzer große Vorteile. In seinem Göttinger Amt verstand er es bald, sich durch seinen Fleiß, Gerechtigkeitssinn und sein gütiges Wesen das Vertrauen seiner Beamten sowie der ganzen Bürgerschaft zu erwerben. Seinem nie ermüdenden Eifer gelang es, das Elektrizitätswerk trotz der schwierigen Kohlenverhältnisse während des Krieges ununterbrochen in Betrieb zu halten und gleichzeitig den Anforderungen der Stadtbewohner in bezug auf die Kohlenversorgung gerecht zu werden. Mit großem Interesse verfolgte er als Vorstand der Gartetal-Bahn im Kreise Göttingen auch deren Entwicklung. Mit Dr. Eiler ist ein begabter, weitblickender und geschickter Ingenieur der Elektrotechnik dahin gegangen. Zu früh schied er aus seinem schaffensfreudigen Leben. Seinen zahlreichen Freunden wird sein freundliches Wesen, sein gerader und rechtschaffener Charakter stets in bester Erinnerung bleiben. Raebiger.

H. du Bois †. Wie wir hören, ist der erst anfangs d. J. an die Universität Utrecht übergesiedelte Professor Dr. H. du Bois gestorben. Wir kommen auf die Verdienste des Verstorbenen noch zurück.

M. Deprez †. In Vincennes starb am 13. Oktober der Ingenieur Marcel Deprez im Alter von 75 Jahren. Sein Name ist wohl am meisten bekannt durch die von ihm in Gemeinschaft mit d'Arsonval angegebene Bauart von elektrischen Meßinstrumenten für Gleichstrom. Auch mit der Entwicklung der elektrischen Kraftübertragung ist sein Name verbunden. Deprez unternahm im Jahre 1885 Versuche zur Übertragung von 45 kW Gleichstrom bei 6000 V zwischen Creil und Paris und erreichte bei einer Entfernung von 56 km einen Wirkungsgrad von nahezu 50%. Seit dem Jahre 1890 war der Verstorbene Professor für Elektrotechnik am Conservatoire National des Arts et Métiers.

M. Rudeloff. Dem Direktor des Materialprüfungsamts zu Berlin-Lichterfelde, Geh. Reg.-Rat Prof. Max Rudeloff, ist von der Technischen Hochschule zu Karlsruhe die Würde des Doktor-Ingenieurehrenhalber verliehen worden.

A. Hintze, bisher Ingenieur der Siemens-Schuckertwerke, Berlin, ist als Nachfolger des in das Elektrizitätswerk Magdeburg berufenen Direktors Hans Toews[1]) zum Direktor des Elektrizitätswerkes Schwerin ernannt worden.

Arthur Hegewald, der Direktor des Elektrizitätswerks Schleswig hat, wie die „Schleswiger Nachrichten" mitteilen, sein Amt, das er seit 1914 innehatte, niedergelegt.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 411.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das neue Gesetz über Sicherung der Kriegssteuer vom 9. April 1917 und Das neue Gesetz über die Erhebung eines Zuschlags zur Kriegssteuer vom 9. April 1917. Von Dr. jur. Fritz Koppe und Dr. rer. pol. Paul Varnhagen. Mit ausführlichen Anmerkungen, Beispielen, Tarifen und Sachregister. 160 S. in 16°. Industrieverlag Spaeth & Linde. Berlin 1917. Preis geb. 2,80 M.

Die beiden Verfasser haben sich schon einen rühmlich bekannten Namen gemacht durch den von ihnen herausgegebene Kommentar zum Kriegsgewinnsteuergesetz.

Wennmöglich noch mustergültiger ist ihr Kommentar zu den beiden neuen oben genannten Gesetzen, deren ersteres die Erträgnisse bis zu 60% durch Rücklagezwang für ein demnächst zu erlassendes neues Kriegsgewinnsteuergesetz sicherstellt. Das Kriegssteuerzuschlagsgesetz verfügt einen 20%igen Zuschlag zu der im Kriegssteuergesetz bestimmten Kriegssteuer, welcher auf Antrag bei gewissen Ermäßigungsbedingungen eine Abschwächung erfährt. Die Darlegungen der Verfasser sind erschöpfend und außerordentlich leicht verständlich. Sie bilden für den Juristen wie für den Laien eine eigentlich unentbehrliche Stütze bei Prüfung irgend welcher bei den Gesetzen in Betracht kommenden Fragen. Dem nützt vor allem die sehr klare vorangeschickte Einführung, die Beifügung der Tarife und vor allen Dingen von Musterbeispielen, ebenso wie die präzisen Ausführungen zu den einzelnen Gesetzesbestimmungen. Dr. Cantor.

Die Heizerschule. Vorträge über die Bedienung und die Einrichtung von Dampfkesselanlagen mit einem Anhang über Niederdruckkessel für Heizungsanlagen. Von F. O. Morgner. 2. umgearbeitete und vervollständigte Auflage. Mit 158 Abb. IX und 204 S. in 8°. Verlag von Julius Springer. Berlin 1918. Preis geb. 6 M.

Wer die Bedeutung des Kesselhauses für den Betrieb und die Wirtschaftlichkeit eines Elektrizitätswerkes einzuschätzen weiß, wird in dem hier in zweiter und vervollständigter Auflage herausgebrachten Buch Morgners seine Erwartungen erfüllt sehen. Es vermittelt sowohl dem Betriebsleiter wie der Bedienungsmannschaft ein gründliches Verständnis für die wissenschaftlichen Vorgänge, die sich im Kesselfeuer, in den Feuerzügen, im Schornstein und bei der Verdampfung vollziehen und zugleich für die praktischen Bedienungsregeln, die nicht nur während der einstweilen noch lange nicht abgeschlossenen Kohlenknappheit die größte Aufmerksamkeit und Sachkenntnis in der Anlage und Behandlung der Dampferzeugung zu einem zwingenden Gebot für alle Industriekreise machen. Das ganze Buch atmet gesunde Praxis und ist, da es als ein Niederschlag des vom Verfasser geleiteten Unterrichts von Heizkursen anzusehen ist, unmittelbar auf die Bedürfnisse eines sparsamen, vernunftgemäßen und ungestörten Betriebes zugeschnitten. Von dem reichhaltigen Inhalt seien hier nur die Hauptgegenstände: Brennstoffe, Verbrennung, Bedienung des Kesselfeuers, Feuerungsanlagen, rauchverhütende Dampfkesselfeuerungen, Feuerzüge und Schornsteine (künstlicher Essenzug), Verhütung und Beseitigung des Kesselsteins, Verdampfung des Wassers, hauptsächlichste Kesselarten, Bau und Reparatur der Dampfkessel, Ausrüstung der Dampfkessel, Verhaltungsmaßregeln der Dampfkesselheizer und schließlich die Niederdruckdampfkessel herausgegriffen, um zu zeigen, welche Fülle von wissenswerten Angaben der Verfasser in seinem überaus handlichen und vom Verlage im Text und in den zahlreichen Abbildungen vorzüglich ausgestatteten Buche bietet. Zehme.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Die neuen Börsen-, Gesellschafts- und Geldumsatzsteuergesetze vom 26. VII 1918. Reichsstempel- und Wechselstempelgesetz nebst Änderungen, Ergänzungen und Ausführungsbestimmungen. Für den praktischen Gebrauch ausführlich erläutert von Dr. jur. Ernst Eckstein. Mit den in Frage kommenden Kriegsnotverordnungen, Mustern, Tabellen, ausführlichem Sachregister usw. 446 S. in kl. 8°. Industrieverlag Spaeth & Linde. Berlin 1918. Preis geb. 8,20 M.

Digitized by Google

HANDELSTEIL.

Übergangswirtschaft.

Verbrauch der für Kriegszwecke zugewiesenen Sparmetallmengen zu Friedenszwecken.[1]) In einer Verordnung des Reichsdemobilmachungsamtes vom 18. XI. 1918 waren die Eigentümer von am 13. XI. 1918 vorhandenen Beständen an noch nicht verarbeiteten Metallen, die auf Zuweisung für Kriegszwecke aus den Beständen der Kriegsmetall-A. G. bzw. bei der Zinkhüttenvereinigung oder bei dem Verband deutscher Zinkwalzwerke G. m. b. H. zur Lieferung gelangt sind, angewiesen worden, den Unterschied zwischen dem unter den Selbstkosten liegenden Vorzugspreis und dem Grundpreis (derzeitiger Durchschnittseinstandspreis der Metalle) an die Kriegsmetall-A. G. (Berlin W. 9, Potsdamer Straße 10/11) zugunsten des Reichsfiskus abzuführen, soweit die Metalle nicht nachweislich zu dem bei der Zuweisung ausgesprochenen Zweck inzwischen verwendet und abgeliefert worden sind bzw. noch verwendet und abgeliefert werden. Diese Verordnung, die sich auf Kupfer, Zinn, Nickel, Zink und Aluminium bezog, ist unter dem 5. XII. 1918 auf Blei (geliefert auch bei deutschen Hüttenwerken) ausgedehnt worden.

Für die Berechnung der abzuführenden Beträge gilt folgende Aufstellung in M/100 kg:

Metall	Grundpreis	Vorzugspreis	Abzuführen
Kupfer	450	350	100
Zinn	1000	700	300
Nickel	1500	1200	300
Zink	130	80	50
Aluminium . .	530	430	100
Blei	76	62	14

Die Verordnung ist sinngemäß auf Legierungen und Verbindungen sowie auf alle sonstigen gelieferten Sorten der genannten Metalle, z. B. Feinzink, Zinkblech, Lötzinn usw., anzuwenden. Firmen, die die von der Verordnung betroffenen Rohstoffe, Legierungen und Verbindungen nicht zum Grundpreise verwenden wollen, haben behufs Rückführung der Mengen zum ursprünglichen Zuweisungspreis an die Kriegsmetall-A. G. bis zum 23. XII. 1918 (in der früheren Verordnung war der 10. XII. 1918 genannt) mittels eingeschriebenen Briefes Meldung an die Metall-Meldestelle der Kriegsrohstoffabteilung (Abt. H), Berlin W. 9, Potsdamer Straße 10/11, zu erstatten. Zuwiderhandlungen gegen diese Anordnungen werden mit Gefängnis bis zu 5 Jahren und mit Geldstrafe bis zu 0,1 Mill. M oder mit einer dieser Strafen geahndet. Gegenstände, auf die sich die strafbare Handlung bezieht, können eingezogen oder von den Demobilmachungsorganen für verfallen erklärt werden ohne Unterschied, ob sie dem Täter gehören oder nicht. Anfragen zu dieser Verordnung sind an die genannte Adresse der Metall-Meldestelle zu richten.

Dringende wirtschaftliche Notwendigkeiten. 1. Die deutsche Volkswirtschaft kann die ihr durch den Krieg auferlegten Lasten nur tragen, ohne zusammenzubrechen oder langsam zu verarmen, wenn die deutsche industrielle Produktion und die deutsche Ausfuhr von Fertigerzeugnissen auf das äußerste gesteigert wird.

2. Nur eine gesteigerte Produktion und Ausfuhr gibt uns auch die Mittel zur Bezahlung der notwendigen großen Rohstoffeinfuhr. Denn Ware kann auf die Dauer nur mit Ware bezahlt werden. Und vorläufig legen auch die Rohstofflieferer mehr Wert auf Fertigerzeugnisse als Gegenwert für Rohstoffe denn auf Bargeld oder Bargeldersatz.

3. Absatzmöglichkeit für eine gesteigerte Produktion besteht zunächst nur in der ersten Zeit nach dem Kriege — während der sogenannten Übergangskonjunktur —, wo der 4½-jährige Ausfall der Arbeit von 30 oder mehr Millionen Menschen wieder hereingebracht und der ungeheure Warenhunger der gesamten Menschheit nach allen Gegenständen des täglichen Bedarfs sowie nach Mitteln, Maschinen und Einrichtungen zur Schaffung und Verteilung von Bedarfsgegenständen gestillt werden muß. Um einen möglichst großen Anteil an dieser Übergangskonjunktur zu erlangen, muß die deutsche Industrie bald mit Waren auf dem Plan sein.

4. Diese Übergangskonjunktur gibt auch der deutschen Industrie eine ausgezeichnete Gelegenheit, verhältnismäßig schnell auf dem Weltmarkt wieder Fuß zu fassen. Denn der außerordentliche Warenhunger wird keine Handelsschranken dulden, sondern dort Befriedigung suchen, wo er schnell und preiswert bedient wird.

Nach dieser Übergangskonjunktur wird ein äußerst erbitterter Wettbewerb der in allen Ländern sehr stark erweiterten mechanischen Industrien beginnen, so daß der deutschen Industrie die Wiedereroberung des Weltmarktes später sehr schwer sein wird.

5. Da die fremden Industrien, wie die amerikanische, englische, japanische, die bisherigen neutralen, unter weit günstigeren Verhältnissen, mit billigeren Rohstoffen, geringeren Lasten arbeiten als die deutsche, so muß diese ihre Herstellung auf das äußerste verbilligen. Da eine wesentliche Herabsetzung der Löhne nicht in Frage kommt, muß die Verbilligung durch äußerste Materialausnutzung, vollkommenste Betriebsorganisation und vor allem durch Reihen- und Massenherstellung erreicht werden.

6. Voraussetzungen hierfür sind:

a) Vereinheitlichung der Abmessungen und Formen von Einzelteilen (Normung);
b) Beschränkung der Ausführungsformen der Erzeugnisse auf die unbedingt notwendigen, bewährten, allgemein gebräuchlichen Typen (Typisierung);
c) Zweckmäßige Arbeitsteilung (Spezialisierung) zwischen den Fabriken. Es darf nicht, wie bisher, jede Fabrik danach trachten, möglichst viele verschiedene Erzeugnisse herzustellen, so daß sich die Aufträge auf eine große Zahl von Fabriken zersplittern und an keiner Stelle eine rationelle Reihen- oder Massenherstellung und eine Konzentration der Kräfte möglich ist. Vielmehr muß jede Fabrik sich auf diejenigen Erzeugnisse beschränken, die sie bei ihren Mitteln nach den anerkannten Grundsätzen neuzeitlicher Fertigung mit erstklassigen Ingenieuren, Arbeitern und Einrichtungen, zweckmäßiger Anordnung der Werkstätten usw. herstellen kann.

Zur Durchführung solcher Maßnahmen sollten die verschiedenen Industriezweige in Verbindung mit dem vom Verein Deutscher Ingenieure eingesetzten „Normenausschuß der deutschen Industrie“ und dem „Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung“ Fachausschüsse bilden, in denen die Fabriken sich über die Normung von Teilen, die Beschränkung der Typenzahl und über eine vernünftige Arbeitsteilung verständigen.

7. Die Normung und Typisierung sind jetzt um so eher möglich, weil in der Übergangszeit nicht wie vor dem Kriege alle möglichen Sonderwünsche bestehen, sondern jeder froh sein wird, wenn er die typischen, allgemein als brauchbar anerkannten Ausführungsformen schnell und preiswert erhält. Für die vielgerühmte deutsche Anpassungsfähigkeit und Einzelkunst ist in der Übergangskonjunktur keine Gelegenheit.

8. Auch die Spezialisierung ist jetzt erleichtert, weil ohnehin eine allgemeine Umstellung, Neueinrichtung der Betriebe, Neueinstellung von Arbeitern usw. notwendig ist.

9. Zur höchsten Steigerung der Produktion in verhältnismäßig kurzer Zeit ist schließlich notwendig, daß die gesamte deutsche Produktion, ähnlich wie bisher auf den Krieg, zunächst auf die Übergangskonjunktur eingestellt wird, und daß alle Fabriken nur sogenannte übergangswichtige Erzeugnisse herstellen. Wie im Krieg müssen diejenigen Fabriken, nach deren Erzeugnissen in der Übergangskonjunktur starke Nachfrage ist, diejenigen Fabriken, für deren Erzeugnisse das zunächst nicht zutrifft, zur Mitarbeit heranziehen, indem sie ihnen die Herstellung oder Bearbeitung von Teilen übertragen. Die Durchführung des sogenannten Hindenburg-Programms hat gezeigt, daß und wie es möglich ist, eine große Zahl der verschiedensten Werkstätten zu einheitlicher Arbeit zusammenzufassen, und welche große Arbeitsleistung dadurch in kurzer Zeit vollbracht werden kann.

10. Auf diese Weise können auch die Schwierigkeiten der Demobilisierung wesentlich gemildert werden, indem entweder die Arbeiter und Einrichtungen der Rüstungsindustrie von den stark beschäftigten Industrien übernommen oder, soweit das nicht angängig ist, die Rüstungsbetriebe vorläufig mit Teilarbeiten beschäftigt werden. Vor allem durch Herstellung genormter Teile auf Vorrat läßt sich schnell eine verhältnismäßig große Arbeitsmenge beschaffen. Bei der bereits vorhandenen weitgehenden Übereinstimmung vieler Einzelteile bei fast allen Erzeugnissen der mechanischen Industrien ist eine völlige Vereinheitlichung, Normung dieser Teile verhältnismäßig schnell durchzuführen, wenn für jeden der in Betracht kommenden Industriezweige ein besonderer Fachausschuß eingesetzt wird (vergl. Ziffer 6).

[1]) Vgl. auch „ETZ“ 1918, S. 490.

Aus Geschäftsberichten und Generalversammlungen.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin.[1]) Die Beschäftigung war 1917/18 noch stärker als im Vorjahre. Die Flugzeugfabrikation vervierfachte ihren Absatz. Das Elektrostahl- und Walzwerk, das in erster Reihe den eigenen Schrott der Gesellschaft verarbeiten wird, kam in Gang. Erworben wurden in Niederschöneweide 10 500 m² und ein Haus am Alexander-Ufer zur Erweiterung der Geschäftsräume. Bei Vorbereitung der Friedensarbeit auf den eigentlichen Gebieten des Unternehmens konnte dem Materialmangel vielfach und mit dauerndem Vorteil durch Ersatzmaterial an Metallen, Faser- und Isolierstoffen begegnet werden.

Die Organisationen in Deutschland und dem erreichbaren Auslande haben befriedigend gearbeitet. Nirgends sind die A.E.G.-Erzeugnisse von den zugänglichen Märkten verdrängt worden.

Von der Bahnabteilung wurde die Strecke Merseburg—Mücheln, an der sich neuerdings auch die Provinz Sachsen beteiligt hat, dem Betriebe übergeben. Die Bauten an der A. E. G.-Schnellbahn beschränkten sich auf die Fertigstellung der schwierigsten Baustellen. Durch die Verschmelzung der Hamburger Hochbahn mit der Straßeneisenbahn-Gesellschaft in Hamburg ist eines der größten deutschen Verkehrsunternehmen entstanden.

Die Abteilung für Zentralstationen vollendete eine 100 000 V-Fernleitung vom Kraftwerk Zschornewitz nach Berlin. Für das Rheinisch-Westfälische Elektricitätswerk führte die Gesellschaft u. a. zwei große Turbodynamos für 60 000 kVA aus; an einer zur Nutzung des Walchenseewerkes unter Mitwirkung der bayerischen Regierung gegründeten Leitungs- und Stromverwertungs-Gesellschaft ist sie beteiligt.

Über die finanziellen Transaktionen wird berichtet, daß die Gesellschaft in die A. E. G.-Unternehmungen A. G., deren Gesamtkapital sie besitzt und verwaltet, 12 Mill. M B.E.W.-Aktien zu ihrem Buchwert und unter Sicherung einer angemessenen Gewinnbeteiligung für den Fall der Begebung einlegte. Auf Konsortialkonto haben sich die Zu- und Abgänge annähernd ausgeglichen. Die Berichterstatterin beteiligte sich u. a. bei der Begründung der Deutschen Werft A. G. und verkaufte ihren Bestand an Aktien der Elektrosalpeter-Werke A. G. sowie ihren Anteil an der Stadtbahn Halle. Der Besitz von Aktien der Kupferwerke Deutschland umfaßt nahezu das gesamte Grundkapital von 2,250 Mill. M dieses dem Kabelwerk benachbarten Unternehmens und ist ebenso wie die Beteiligung an der 7. und 8. Kriegsanleihe im Effektenkonto verbucht. Von der Nationalen Automobil-Gesellschaft A. G., deren Grundkapital jetzt 10 Mill. M beträgt, bezog die A. E. G. zwecks teilweiser Tilgung ihres Guthabens 3 Mill. M junge Aktien zu 150%. Wesentlich infolge des Verkaufs der Elektrowerke ist das Bankguthaben um rund 40 Mill. M gegen das Vorjahr gestiegen.

Die Zahl der Beschäftigten wird diesmal nicht genannt (79 293 i.V.).

Die Vergütungen an Beamte, Teuerungszulagen und Zuwendungen an Angehörige der im Heeresdienst stehenden Beamten und Arbeiter sind auf 17,334 Mill. M angewachsen (11,438 i.V.).

Die Geschäftsunkosten erforderten 2,610 Mill. M (2,064 i.V.), Abgaben an Staat und Gemeinden 4,998 Mill. M (3,906 i.V.), Kriegsunterstützungen 15,289 Mill. M (10,149 i.V.). Bei 3,413 Mill. M Abschreibungen (1,100 i.V.) und einem Vortrag von 1,181 Mill. M (0,796 i.V.) ergeben aus 62,330 Mill. M Geschäftsgewinn (46,793 i.V.) 37,200 Mill. M Reingewinn (30,371 i.V.). Seine Verteilung ist wie folgt vorgesehen: 14% Dividende auf 200 Mill. M Aktienkapital (12½% auf 184 i.V.), 0,8 Mill. M an den Aufsichtsrat (0,690 i.V.), 2,5 Mill. M Vergütung an Beamte (2 i.V.), 3 Mill. M an Unterstützungsfonds und Wohlfahrtseinrichtungen (2 i.V.), für Kriegswohlfahrt 1,5 Mill. M (wie i.V.), ferner an das Rückstellungskonto zur Abrundung auf 20 Mill. M 0,359 Mill. M (0 i.V.) und 1,041 Mill. M Vortrag (1,181 i.V.).

Die mit 663,089 Mill. M (607,929 i.V.) abschließende Bilanz, auf deren Einzelheiten wir noch zurückkommen, weist u. a. die Effekten zu 90,969 Mill. M (64,719 i.V.), Beteiligungen mit 49,197 Mill. M (59,048 i.V.), das Bankguthaben mit 152,698 Mill. M (111,503 i.V.) und andererseits 104,531 Mill. M Obligationen (105,488 i.V.) nach.

[1]) Über 1916/17 vgl. „ETZ“ 1917, S. 572.

Abschluß des Heftes: 14. Dezember 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894.

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, K. Perlewitz. — Verlag von Julius Springer. — Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

39. Jahrgang. **Berlin, 26. Dezember 1918.** **Heft 52.**

Die Kurzschlußspannung von Drehstromtransformatoren in Zickzackschaltung.

Von Fr. Kade, Charlottenburg.

Übersicht. **Es wird eine Methode zur Vorausbestimmung der Kurzschlußspannung von Transformatoren in Zickzackschaltung angegeben.**

In den letzten Jahren sind mehr und mehr Transformatoren mit Zickzack- oder Doppelsternschaltung in Anwendung gekommen. Sie können bekanntlich sekundärseitig zwischen Nulleiter und irgend einem Außenleiter ohne schädlichen Spannungsabfall belastet werden, genau wie Transformatoren in Dreieck-Stern-Schaltung. Diesen gegenüber besitzen sie jedoch den Vorteil, primärseitig in Stern geschaltet zu sein. Die Primärwicklung — die meist die Hochvoltwicklung ist — kann daher, ihrer geringeren Windungszahl halber, billiger und, wegen ihres größeren Leiterquerschnittes, betriebssicherer hergestellt werden, als die eines hochvoltseitig in Dreieck geschalteten Transformators. Da bei Bestellung solcher Transformatoren oft die Bedingung gegeben wird, daß sie mit vorhandenen Transformatoren parallel laufen müssen, daß sie also eine bestimmte Kurzschlußspannung zu erhalten haben, so ist es wertvoll, diese Spannung im voraus bestimmen zu können. Im folgenden ist ein Weg zu dieser Vorausbestimmung angegeben.

Abb. 1 zeigt die schematische Darstellung eines Dreiphasentransformators in Zickzackschaltung mit den 3 Primärwicklungen 1, 2 und 3, und den Sekundärwicklungen a_1 und c_1 auf Kern 1, b_2 und a_2 auf Kern 2, c_3 und b_3 auf

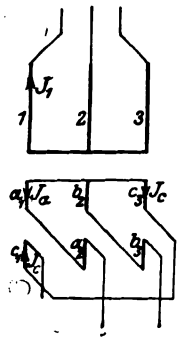


Abb. 1.

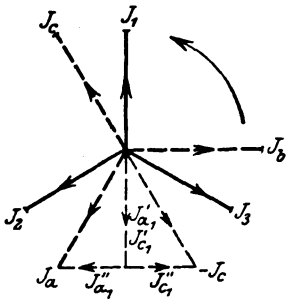


Abb. 2.

Kern 3. Der Laststrom in Wicklung 1 — J_1 — muß demnach den Strömen in a_1 und c_1 — J_a bzw. J_c — das Gleichgewicht halten. Abb. 2 gibt das Vektorzeitdiagramm der Ströme. Da die — vom Nullpunkt nach außen fließend gedachten — Ströme in a_1 und c_1 in verschiedenem Drehsinne den Kern 1 umfließen, müssen J_a und $-J_c$ zusammen den Gegenstrom zu J_1 bilden, wie dies auch Abb. 2 angibt. Man kann sich nun J_a in 2 Komponenten zerlegt denken, von denen die eine (J_{a1}') um 180° gegen J_1 verdreht ist, während die andere (J_{a1}'') senkrecht auf J_1 steht. Ebenso sei $-J_c$ aus den 2 Teilströmen J_{c1}' (parallel zu J_{a1}') und J_{c1}'' (senkrecht zu J_{c1}') zusammengesetzt gedacht. Dann bestehen die Beziehungen:

$$J_{a1}' = J_{c1}' = \frac{\sqrt{3}}{2} J_a$$

$$\text{und } J_{a1}'' = -J_{c1}'' = \frac{1}{2} J \ .$$

Die Windungszahl von Wicklung 1 sei $= n_h$, die von a_1, c_1, a_2, b_2, c_3, b_3 je $= \frac{1}{2} n_n$. Dann muß sein:

$$J_1 n_h = J_{a1}' \cdot \frac{n_n}{2} + J_{c1}' \cdot \frac{n_n}{2}$$

$$= J_{a1}' n_n = \frac{\sqrt{3}}{2} J_a n_n.$$

Diese Gleichungen sind der mathematische Ausdruck der folgenden Auffassung:

Die Amperewindungen der Primärspule ($J_1 n_h$) werden aufgehoben durch den Teilstrom J_{a1}' in a_1 und J_{c1}' in c_1. Die anderen Komponenten der Sekundärströme, nämlich J_{a1}'' und J_{c1}'', arbeiten nicht gegen J_1, sondern gegeneinander. Der Transformator besitzt also auf jedem Kern zwei Stromsysteme, u. zw. 1: Strom J_1 in 1 einerseits und J_{a1}' in a_1 und J_{c1}' in c_1 anderseits. Die Streuung dieses Systems ist bestimmt durch die Anordnung der Wicklung 1 gegenüber den Spulen der Wicklungen a_1 und c_1. 2: Das zweite Stromsystem wird gebildet durch Strom J_{a1}'' in a_1 einerseits und J_{c1}'' in c_1 anderseits. Die Streuung dieses Systems ist abhängig von der Lage der Spulen von Wicklung a_1 zu denen der Wicklung c_1.

Da die Streuungswerte dieser zwei Stromsysteme voneinander unabhängig sind, müssen beide Werte die schließliche Kurzschlußspannung des ganzen Transformators mitbestimmen. Sie lassen sich leicht durch einige Messungen ermitteln. Abb. 3 gilt die entsprechenden Schaltungen an. Mit der Schaltung nach

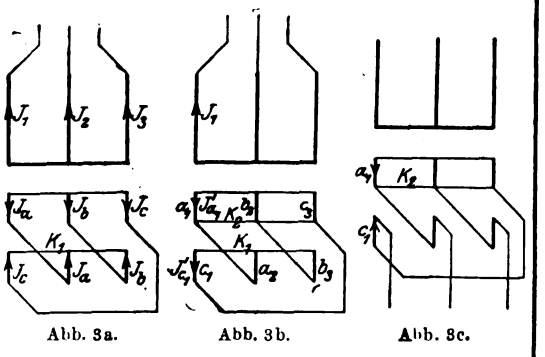


Abb. 3a. Abb. 3b. Abb. 3c.

Abb. 3a mißt man die Kurzschlußspannung des in Zickzack geschalteten Transformators. Verbindung K_1 schließt die ganze Sekundärwicklung kurz, es muß also ein und derselbe Strom J_a durch die Wicklungen a_1 und a_2 fließen. Abb. 3b zeigt noch eine weitere Kurzschlußverbindung K_2, so daß die 3 Wicklungen a_1, b_2 und c_3, sowie die 3 Wicklungen c_1, a_2 und b_3 je für sich kurzgeschlossen sind. Die Phasen der Ströme in den 2 Kurzschlußkreisen sind also voneinander unabhängig geworden, die Ströme in a_1 und c_1 werden daher phasengleich, und um 180° gegen J_1 verschoben sein, denn in beiden Wicklungen arbeitet dieselbe EMK auf dieselbe Impedanz (hierbei ist angenommen, daß die Ohmschen und induktiven Widerstände in a_1 gleich denen in c_1 sind). Bei dieser Anordnung fließen also nur die Ströme J_1, J_{a1}' und J_{c1}' durch das Spulensystem. Wir messen also hiermit die Streuung des Stromsystems 1.

In der Schaltung nach Abb. 3c ist die Primärwicklung stromlos. Die Verbindung K_1 ist entfernt, die drei dadurch frei gewordenen Endpunkte der Niedervoltwicklung sind an die Spannungsquelle gelegt. K_2 ist beibehalten. Hier messen wir demnach die Streuung der Wicklung c_1 gegen die kurzgeschlossene Wicklung a_1, d. h. die Streuung des Stromsystems 2.

Da man diese beiden Streuungen mit Hilfe der bekannten Streuformeln mit genügender Genauigkeit berechnen kann, ist die Vorausberechnung der gesamten Kurzschlußspannung möglich, sobald man weiß, wie die zwei Streuungen sich zur Gesamtstreuung zusammensetzen.

Zusammensetzung der zwei Streuungen.

Die Vektoren drehen sich gegen den Uhrzeiger. Der Gang der Entwicklung ist der folgende: Es wird der Spannungsabfall in den Wicklungen 1, a_1 und a_2 bestimmt. Die beiden letzten Werte ergeben zusammen die Spannung, die durch das bei Kurzschluß im Gestell fließende magnetische Feld in beiden Wicklungen a_1 und a_2 erzeugt werden muß. Es ist damit auch die Spannung gegeben, die in a_1 allein zu induzieren ist, also auch die Spannung, die durch das Feld in Wicklung 1 entsteht. (Der Leerlaufstrom des Feldes ist hierbei vernachlässigt.) Zu dieser Spannung wird der Spannungsabfall in 1 selbst hinzugefügt und somit die Kurzschlußspannung des Transformators erhalten. Diese Rechnung wird durchgeführt a) für Stern-Zickzack-Schaltung, b) sinngemäß abgeändert für Sternschaltung (Stromsystem 1) und c) für die Schaltung: Wicklung a_1 gegen Wicklung c_1 (Stromsystem 2).

Es wird hierbei mit Überlagerung der Streufelder der verschiedenen Wicklungssysteme gerechnet. Diese erscheint zulässig, da die Anwesenheit des Gestelles auf die Größe der Streufelder bei den üblichen Streuungswerten ohne Einfluß ist, so daß also auch die Eisensättigung hierbei bedeutungslos bleibt. Ein Strom J_1, der eine Wicklung 1 mit n_1 Windungen durchfließt, erzeugt in einer Wicklung 2, die aus n_2 Windungen besteht, eine Streuspannung E_{1-2} von der Größe $E_{1-2} = J_1 n_1 \cdot n_2 \cdot a$. a ist hierbei ein charakteristischer Wert, der durch die Lage von Wicklung 1 zu Wicklung 2 bestimmt ist. E_{1-2} eilt dem Strome J_1 um 90° nach. Liegt also der Vektor von J_1 in der $+$-Achse, so fällt E_1 in die Richtung der $+j$-Achse

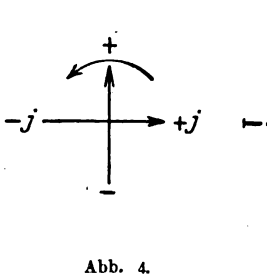


Abb. 4.

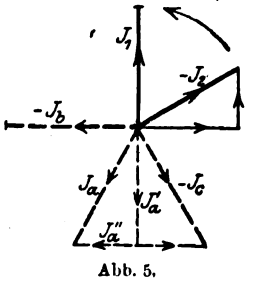


Abb. 5.

(Abb. 4). Mit der Schreibweise: $J_1 = +J_1$; $E_{1-2} = +j J_1 n_1 n_2 a$ sind die Werte J_1 und E_{1-2} nach Richtung und Größe dargestellt. Wie bereits erwähnt, hat jede der 3 Primärwicklungen n_h, jede der 6 Sekundärwicklungen $\frac{1}{2} n_n$ Windungen.

a) Transformator in Stern-Zickzack-Schaltung (Abb. 1 und 5).

Es sind die 11 in der nachstehenden Zahlentafel aufgeführten Spannungen zu berücksichtigen:

Digitized by Google

Nr.	Wirkung von	Wirkung auf	Kern	Erregender Strom	Streufaktor	Streuspannung	Abb.
1	1	1	1	$+J_1$	a_1	$J_1 n_h^2 a_1 . j$	6
2	a_1	1	1	$-J_{a1}' - j J_{a1}''$	a_4	$-(J_{a1}' + j J_{a1}'') n_h \frac{n_n}{2} a_4 j$	6
3	c_1	1	1	$-J_{a1}' + j J_{a1}''$	a_5	$(-J_{a1}' + j J_{a1}'') n_h \frac{n_n}{2} a_5 j$	6
4	1	a_1	1	$+J_1$	a_4	$J_1 n_h \frac{n_n}{2} a_4 j$	7
5	a_1	a_1	1	$-J_{a1}' - j J_{a1}''$	a_2	$-(J_{a1}' + j J_{a1}'') \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_2 j$	7
6	c_1	a_1	1	$-J_{a1}' + j J_{a1}''$	a_6	$(-J_{a1}' + j J_{a1}'') \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_6 j$	7
7	2	a_2	2	$+J_1\left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$	a_5	$J_1\left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) n_h \frac{n_n}{2} a_5 j$	8
8	b_2	a_2	2	$-j J_a$	a_6	$J_a \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_6 = J_{a1}' \frac{2}{\sqrt{3}} \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_6$	8
9	a_2	a_2	2	$-J_{a1}' - j J_{a1}''$	a_3	$-(J_{a1}' + j J_{a1}'') \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_3 j$	8

dazu die Ohmschen Abfälle (r_h = Widerstand in 1; r_n = Widerstand von $a_1 + a_2$):

10 in 1 : Strom $+J_1$ $\quad \underline{E}_{wh} = +J_1 r_h .$

11 in $a_1 + a_2$: „ $-(J_{a1}' + j J_{a1}'')$ $\underline{E}_{wn} = -(J_{a1}' + j J_{a1}'') r_n = -J_{a1}' r_n - j J_{a1}'' r_n .$

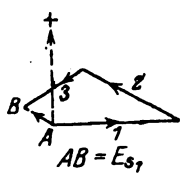


Abb. 6.

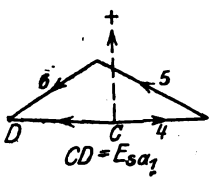


Abb. 7.

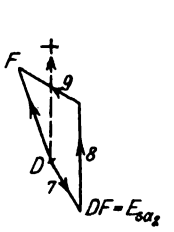


Abb. 8.

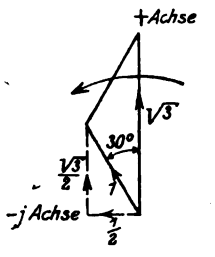


Abb. 9.

Zu Spannung 7 bis 9 ist noch zu bemerken: Es muß der Strom $-J_2 = +J_1\left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ und $-J_{b2} = -jJ_a$ eingeführt werden, da der Drehsinn von Wicklung a_2 gegenüber dem von a_1 umgekehrt ist. Verfolgt man nämlich vom sekundären Sternpunkte aus die Wicklungen a_1 und a_2, so läuft man in verschiedenem Drehsinne um die Kerne 1 und 2; da anderseits die Ströme J_1 und J_2 — sobald sie positiv sind — im gleichen Sinne um die Kerne 1 und 2 fließen, wirkt der positive Teil der Periode des Stromes J_1 ebenso auf die Wicklung a_1, wie der negative Teil der Periode des Stromes J_2 auf die Wicklung a_2 wirkt.

Unter Beachtung der Beziehungen: $J_{a1}' n_n = J_1 n_h$ und $J_{a1}'' n_n = \frac{1}{\sqrt{3}} J_1 n_h$ erhalten wir aus vorstehender Zusammenstellung

Streuspannung in Wicklung 1:

$$\underline{E}_{s1} = J_1 n_h^2 \left[\frac{1}{2\sqrt{3}}(a_4 - a_5) + j\left(a_1 - \frac{a_4}{2} - \frac{a_5}{2}\right)\right],$$

Streuspannung in Wicklung a_1:

$$\underline{E}_{sa1} = J_1 n_h \frac{n_n}{2}\left[\frac{1}{2\sqrt{3}}(a_2 - a_6) + j\left(a_4 - \frac{a_2}{2} - \frac{a_6}{2}\right)\right],$$

Streuspannung in Wicklung a_2:

$$\underline{E}_{sa2} = J_1 n_h \frac{n_n}{2}\left[\frac{1}{2\sqrt{3}}(a_3 - 3a_5 + 2a_6) + j\left(-\frac{a_3}{2} + \frac{a_5}{2}\right)\right].$$

Also die in a_1 und a_2 erzeugte Streuspannung:

$$\underline{E}_{sa} = J_1 n_h \frac{n_n}{2}\left[\frac{1}{2\sqrt{3}}(a_2 + a_3 - 3a_5 + a_6) + j\left(-\frac{a_2}{2} - \frac{a_3}{2} + a_4 + \frac{a_5}{2} - \frac{a_6}{2}\right)\right].$$

Das magnetische Feld hat in den Wicklungen $a_1 + a_2$ eine Spannung zu erzeugen: $\underline{E}_{ks} = -\underline{E}_{sa} + \underline{E}_{wn}$. Also

$$\underline{E}_{ks} = J_1 n_h \frac{n_n}{2}\left[\frac{1}{2\sqrt{3}}(-a_2 - a_3 + 3a_5 - a_6) - 2\frac{r_n}{n_n^2} + j\left(\frac{a_2}{2} + \frac{a_3}{2} - a_4 - \frac{a_5}{2} + \frac{a_6}{2} - \frac{2}{\sqrt{3}}\frac{r_n}{n_n^2}\right)\right]$$
$$= J_1 n_h \frac{n_n}{2}[A_1 + jA_2].$$

Das Feld in Kern 1 eilt nun (ebenso wie die Laströme, Abb. 1) dem in Kern 2 um 120° elektrisch nach, also eilt auch die von ihm induzierte Spannung in a_1 der in b_2 um den gleichen Winkel nach. Da a_2 gegen b_2 um 180° verdreht ist, eilt die Spannung in a_1 der in a_2 um 60° vor. Also eilt sie der resultierenden Spannung in a_1 und a_2 um 30° vor. Sie ist ferner das $\frac{1}{\sqrt{3}}$-fache dieser Gesamtspannung (Abb. 9). Die Verschiebung eines Vektors um 30° nach vorwärts wird mathematisch vollzogen durch Multiplikation des Vektorausdruckes mit dem Faktor $\frac{\sqrt{3}}{2} - j\frac{1}{2}$. Also folgt aus $\underline{E}_{ks}$ die in Wicklung a_1 zu erzeugende Spannung $\underline{E}_{ka1}$ zu:

$$\underline{E}_{ka1} = \underline{E}_{ks} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - j\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2}\left(1 - j\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\underline{E}_{ks} = J_1 n_h \frac{n_n}{2} \cdot \frac{1}{2}\left[A_1 + \frac{A_2}{\sqrt{3}} + j\left(A_2 - \frac{1}{\sqrt{3}}A_1\right)\right]$$

und, ausmultipliziert,

$$\underline{E}_{ka1} = J_1 n_h \frac{n_n}{2}\left[\frac{1}{2\sqrt{3}}(-a_4 + a_5) - \frac{4}{3}\frac{r_n}{n_n^2} + j\left(\frac{a_2}{3} + \frac{a_3}{3} - \frac{a_4}{2} - \frac{a_5}{2} + \frac{a_6}{3}\right)\right].$$

Das in dem Gestell des kurzgeschlossenen Transformators vorhandene Feld erzeugt also in der Wicklung a_1 — die $\frac{n_n}{2}$ Windungen hat — die Spannung E_{ka1}. Es muß daher in der Wicklung 1 mit n_h Windungen eine Spannung $E_{ka1} \cdot \frac{2 n_h}{n_n}$ hervorrufen.

Die der Wicklung 1 aufzudrückende Spannung wird also:

$$\underline{E}_k = -\frac{2 n_h}{n_n}\underline{E}_{ka1} - \underline{E}_{s1} + \underline{E}_{wh}$$
$$= J_1\left(r_h + \frac{4}{3} r_n \left(\frac{n_h}{n_n}\right)^2\right)$$
$$- j J_1 n_h^2\left[a_1 + \frac{a_2}{3} + \frac{a_3}{3} - a_4 - a_5 + \frac{a_6}{3}\right]$$
$$= J_1 R' - j J_1 X'.$$

Die durch Induktion seitens der Streufelder entstandenen Spannungen verschwinden also aus dem Gliede, das in der +-Achse liegt, und demnach in Phase mit dem Strome J_1 ist,

$CD = E_{sa1}$
$DF = E_{sa2}$
$CF = E_{sa}$
$CG = E_{wn}$
$FG = E_{ks}$
$FA = E_{ka1} \cdot \frac{2 n_h}{n_n}$
$AB = E_{s1}$
$FH = E_{wh}$
$BH = E_k$
$n_h = n_n$ angenommen.

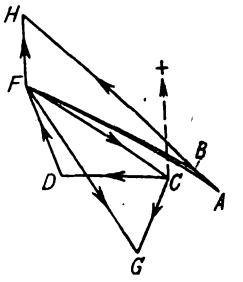


Abb. 10.

wie ja auch zu erwarten ist, da Streuspannungen stets wattlos sein müssen. Abb. 10 stellt die hier rechnerisch verfolgten Vorgänge graphisch dar.

b) Transformator in Stern-Stern-Schaltung (Stromsystem 1).

Abb. 11 zeigt die Schaltung des Transformators. Die Bezeichnungen sind die gleichen wie im vorhergehenden Abschnitte. Zwischen den Strömen besteht die Beziehung $J_h n_h = J_a' n_n$. Die erzeugten Spannungen folgen aus der Zahlentafel:

Nr.	Wirkung von	Wirkung auf	Kern	Erregender Strom	Streufaktor	Streuspannung
1	1	1	1	J_h	a_1	$+j J_h n_h^2 a_1$
2	a_1	1	1	$-J_a'$	a_4	$-j J_a' \frac{n_n}{2} n_h a_4$
3	c_1	1	1	$-J_a'$	a_5	$-j J_a' \frac{n_n}{2} n_h a_5$
4	1	a_1	1	J_h	a_4	$+j J_h n_h \frac{n_n}{2} a_4$
5	a_1	a_1	1	$-J_a'$	a_2	$-j J_a' \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_2$
6	c_1	a_1	1	$-J_a'$	a_6	$-j J_a' \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_6$
7	1	c_1	1	J_h	a_5	$+j J_h n_h \frac{n_n}{2} a_5$
8	a_1	c_1	1	$-J_a'$	a_6	$-j J_a' \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_6$
9	c_1	c_1	1	$-J_a'$	a_3	$-j J_a' \left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_3$

Die Ohmschen Abfälle sind:

10 in 1: $\underline{E}_{wh} = +J_h r_h$,

11 in $a_1 + c_1$: $\underline{E}_{wn} = -J_a' r_n = -J_h \frac{n_h}{n_n} r_n$.

Also wird

$$\underline{E}_{s1} = j J_h n_h^2\left[a_1 - \frac{a_4}{2} - \frac{a_5}{2}\right],$$

$$\underline{E}_{sa1} = j J_h n_h \frac{n_n}{2}\left[a_4 - \frac{a_2}{2} - \frac{a_6}{2}\right],$$

Digitized by Google

$$\underline{E}_{s\,c1} = j J_h n_h \frac{n_n}{2}\left[a_5 - \frac{a_3}{2} - \frac{a_6}{2}\right].$$

Daher:

$$\underline{E}_{s\,a1\,c1} = j J_h n_h \frac{n_n}{2}\left[a_4 + a_5 - \frac{a_2}{2} - \frac{a_3}{2} - a_6\right]$$

und

$$\underline{E}_{k\,s} = -\underline{E}_{s\,a1\,c1} + \underline{E}_{w\,n}$$
$$= J_h n_h \frac{n_n}{2}\left[-\frac{2 r_n}{n_n^2} + j\left(\frac{a_2}{2} + \frac{a_3}{2} - a_4 - a_5 + a_6\right)\right].$$

Demnach ist die entsprechende, vom Felde (das im Gestelle fließt) in Wicklung 1 erzeugte Spannung $= + E_{ks}\frac{n_h}{n_n}$. Also ist die der Wicklung 1 aufzudrückende Spannung:

$$\underline{E}_k = -\underline{E}_{ks}\frac{n_h}{n_n} - \underline{E}_{s1} + \underline{E}_{w\,h} = J_h\left(r_h + r_n\left(\frac{n_h}{n_n}\right)^2\right) - j J_h n_h^2\left[a_1 + \frac{a_2}{4} + \frac{a_3}{4} - a_4 - a_5 + \frac{a_6}{2}\right]$$
$$= J_h R_1 - j J_h X_1.$$

c) Wicklung c_1 gegen Wicklung a_1 (Stromsystem 2). Abb. 3 c).

Beide Wicklungen haben je $\frac{n_n}{2}$ Windungen.

Nr.	Wirkung von	Wirkung auf	Kern	Erregender Strom	Streufaktor	Streuspannung
1	a_1	a_1	1	$-J$	a_2	$-jJ\left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_2$
2	c_1	a_1	1	$+J$	a_6	$+jJ\left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_6$
3	a_1	c_1	1	$-J$	a_6	$-jJ\left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_6$
4	c_1	c_1	1	$+J$	a_3	$+jJ\left(\frac{n_n}{2}\right)^2 a_3$

Also wird:

$$\underline{E}_{s\,a1} = j J \frac{n_n^2}{4}[-a_2 + a_6];$$

Ohmscher Abfall $\underline{E}_{w\,a1} = -J\frac{r_n}{2}$,

$$\underline{E}_{s\,c1} = j J \frac{n_n^2}{4}[a_3 - a_6];$$

Ohmscher Abfall $\underline{E}_{w\,c1} = +J\frac{r_n}{2}$.

Also ist der Wicklung c_1 aufzudrücken:

$$\underline{E}_{k2} = +\underline{E}_{s\,a1} - \underline{E}_{s\,c1} - \underline{E}_{w\,a1} + \underline{E}_{w\,c1}$$
$$= J r_n - j J \frac{n_n^2}{4}[a_2 + a_3 - 2 a_6].$$

Beim Betriebe des Transformators in Zickzackschaltung wird aber auch diese Spannung E_{k2} durch ein Feld erzeugt, das von der Wicklung 1 geschaffen werden muß. Dies Feld wirkt natürlich auf jede der beiden Wicklungen, und muß daher in jeder die Spannung $\frac{1}{2}E_{k2}$ hervorrufen. (Bei der Schaltung nach Abb. 12 würde dies Feld keine Kurzschlußströme in den 2 Wicklungen erzeugen können,

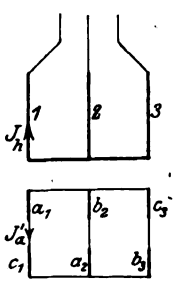


Abb. 11.

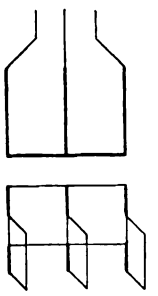


Abb. 12.

die sich gegenseitig aufheben; das wird erst durch die Zickzackschaltung ermöglicht, die die Wicklungen verschiedener Kerne hintereinander schaltet, doch wird die Überlegung durch diesen Umstand nicht unrichtig.) Also ist die von diesem Felde in Wicklung 1 hervorgerufene Spannung

$$\underline{E}_k' = \frac{1}{2}\underline{E}_{k2}\cdot\frac{2 n_h}{n_n} = \underline{E}_{k2}\frac{n_h}{n_n}.$$

Wicklung 1 selbst ist hierbei stromlos, hat also keinen Spannungsabfall. Also wird:

$$\underline{E}_k = \underline{E}_{k2}\frac{n_h}{n_n}$$

die der Wicklung 1 aufzudrückende Spannung. Das Vorzeichen ist hierbei belanglos.

Die Amperewindungen $J n_n$ können durch die entsprechende Amperewindungszahl $J_2 n_h$ ersetzt werden (wobei wieder darauf hinzuweisen ist, daß der Strom J_2 tatsächlich bei der Schaltung nach Abb. 12 nicht in Wicklung 1 auftreten kann; es handelt sich hier nur darum, die Formel für E_k sozusagen auf denselben Maßstab zu bringen, wie die Formeln für E_k' in Abschnitt a) und b).

Also wird schließlich:

$$\underline{E}_k = J_2 r_n\left(\frac{n_h}{n_n}\right)^2 - j J_2 n_h^2\left[\frac{a_2}{4} + \frac{a_3}{4} - \frac{a_6}{2}\right]$$
$$= J_2 R_2 - j J_2 X_2.$$

Zusammenstellung der Ergebnisse.

Für die Streuspannungen ergibt sich also:

Transformator in Zickzackschaltung:

$$X' : n_h^2 = a_1 + \frac{a_2}{3} + \frac{a_3}{3} - a_4 - a_5 + \frac{a_6}{3},$$

Transformator in Sternschaltung (Stromsystem 1):

$$X_1 : n_h^2 = a_1 + \frac{a_2}{4} + \frac{a_3}{4} - a_4 - a_5 + \frac{a_6}{2},$$

Transformator in Sternschaltung (Stromsystem 2):

$$X_2 : n_h^2 = \frac{a_2}{4} + \frac{a_3}{4} - \frac{a_6}{2}.$$

Also ist

$$(X' - X_1) : n_h^2 = \frac{a_2}{12} + \frac{a_3}{12} - \frac{a_2}{6} = \frac{1}{3} X_2 : n_h^2,$$

sodaß das Endergebnis ist:

$$X' = X_1 + \frac{1}{3} X_2$$

und

$$R' = R_1 + \frac{1}{3} R_2.$$

Hierbei ist also X' bzw. X_1 die Gesamtinduktanz des Transformators in Zickzack- bzw. in Sternschaltung, auf der Primärseite gemessen; X_2 ist das $\left(\frac{n_h}{n_n}\right)^2$-fache der Induktanz, die mit dem Kurzschlußversuch nach Abb. 3 c für beide Sekundärwicklungen gemessen wird.

Es ist nun bequemer, nicht mit den Induktanzen, sondern mit den prozentualen Streuspannungen zu rechnen, da sich die letzteren meistens aus den üblichen Formeln ergeben. Es ist hierzu eine kleine Umformung erforderlich.

Es ist:

$$X' = X_1 + \frac{1}{3} X_2;$$

also auch

$$\frac{J_h X'}{E_h} = \frac{J_h X_1}{E_h} + \frac{1}{3}\frac{J_h X_2}{E_h}.$$

Sei nun der prozentuale Streuspannungsabfall, wie er sich aus den Kurzschlußversuchen nach Abb. 3a, 3b und 3c ergibt, mit e_s' bzw. e_{s1} und e_{s2} bezeichnet, so ist zu setzen:

$$\frac{e_s'}{100} = \frac{J_h X'}{E_h};\quad \frac{e_{s1}}{100} = \frac{J_h X_1}{E_h}$$

und

$$\frac{e_{s2}}{100} = \frac{J X_2}{E_n}\left(\frac{n_n}{n_h}\right)^2.$$

Hierbei ist E_n die normale Klemmenspannung einer Niedervoltwicklung (z. B. c_1) von $\frac{n_n}{2}$ Windungen. Da nun

$$J_a' n_n = J_h n_h \quad \text{und} \quad E_n = E_h\frac{n_n}{2 n_h}$$

ist, so wird

$$\frac{e_{s2}}{100} = \frac{J_h n_h}{n_n}\cdot X_2\cdot\frac{2 n_h}{E_h n_n}\left(\frac{n_n}{n_h}\right)^2 = 2\frac{J_h X_2}{E_h}$$

und

$$\frac{J_h X_2}{E_h} = \frac{1}{2}\frac{e_{s2}}{100},$$

wobei e_{s2} also derjenige prozentuale Streuspannungsabfall ist, den das Stromsystem 2 (Sekundärwicklung c_1 gegen a_1) bei Aufnahme des Stromes J_a' besitzt. Es wird demnach:

$$\frac{e_s'}{100} = \frac{e_{s1}}{100} + \frac{1}{6}\frac{e_{s2}}{100},\quad \text{oder}\quad e_s' = e_{s1} + \frac{1}{6} e_{s2}.$$

Die Regel zur Bestimmung der Streuspannung eines in Zickzack geschalteten Transformators lautet daher schließlich folgendermaßen:

Man errechnet die prozentuale Streuung des Transformators, die er besitzen würde, wenn

1. er in gewöhnlicher Sternschaltung mit demselben Hochvoltstrome (Primärstrome) belastet wäre, den er in Zickzackschaltung als Normalstrom zu führen hat. Spannungsabfall e_{s1}%.
2. Die eine Hälfte der Niedervolt- (Sekundär-) Wicklung kurzgeschlossen, und die andere gespeist wäre, wobei derselbe Strom in den Wicklungen fließend gedacht wird, als im ersten Falle, d. i. 86,6% des Normalstromes bei Zickzackschaltung. Spannungsabfall e_{s2}%.
3. Die Streuspannung des Transformators in Zickzackschaltung folgt dann zu

$$e_s' = e_{s1} + \frac{1}{6} e_{s2}\,\%.$$

Über Horizontalantennen[1]).

Von L. Zehnder, Zürich.

Übersicht. **Es wird gezeigt, daß die von Marconi zur transatlantischen Telegraphie benutzten geknickten Antennen auf etwa die Hälfte ihrer Längsausdehnung verkürzt, und daß dadurch ihre Kosten fast auf die Hälfte reduziert werden können, wenn die Antennenenden als Gegengewichte oder als Erdkondensatoren ausgeführt werden.**

Marconi hat durch Versuche mit seiner geknickten Horizontalantenne (Abb. 1) gezeigt, daß sich die elektrischen Wellen in den

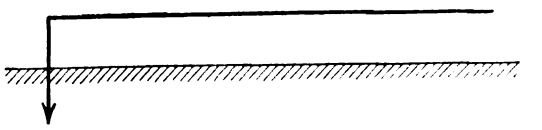


Abb. 1. Geknickte Horizontalantenne.

Längsrichtungen dieser Antenne viel weiter fortpflanzen, als in den dazu senkrechten Richtungen, und daß die Reichweite ein Maximum wird für die Richtung, von welcher die Antenne wegweist. Sehr merkwürdig sind die Grenzkurven der Reichweite, wie Marconi sie für seine geknickte Antenne experimentell festgestellt hat[2]).

Wenn wir die Schwingungsvorgänge in einer geknickten Antenne analysieren, so erkennen wir, daß wir hier in der Tat keine einfachen Verhältnisse vor uns haben. Wird nämlich ein Draht als geknickte Antenne verwendet, so daß er in seiner Hauptausdehnung horizontal

[1]) Eingegangen am 27. VII. 1914 vor Ausbruch des Weltkrieges, aber aus militärischen Gründen zurückgestellt. D. S.

[2]) Marconi, „Proc. Royal Soc.", Bd. 77, 1906, S. 413; „Electrician", Bd. 57, 1906, S. 100.

Digitized by Google

verläuft, der Erdoberfläche nahe und ihr parallel (Abb. 1), so hat jede gleiche Länge des Horizontaldrahts gegen Erde eine gleich große Kapazität; die Gesamtkapazität der ganzen Horizontalantenne ist die Summe aller dieser Einzelkapazitäten und wirkt für den Schwingungsvorgang etwa so, wie wenn sie in der Mitte M der Horizontalantenne angeordnet

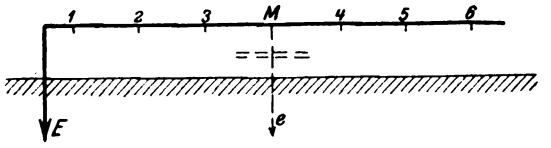


Abb. 2. Kapazitätsverteilung bei der geknickten Horizontalantenne.

wäre (Abb. 2). Eine solche Antenne hat aber gewisse Nachteile:

1. Die Antenne wirkt nur dann als Horizontalantenne, wenn das vertikale Antennenstück kurz ist im Vergleich zum horizontalen Antennenstück. Je näher aber letzteres einem gut leitenden Erdreich gebracht wird, um so größer werden die Kapazitäten aller horizontal verlaufenden Antennenteile, und um so leichter spricht nun die Antenne auf alle Oberschwingungen der Antennengrundschwingung an, etwa so, wie wenn in gleichen Abständen gleiche Kapazitäten auf dem Horizontaldraht angeordnet wären, z. B. in 1, 2, 3, M, 4, 5, 6 (Abb. 2). Die Antenne läßt sich also nicht oder fast nicht auf eine bestimmte Grundschwingung abstimmen, sie zeigt keine scharfe Resonanz. Daß dem so ist, habe ich durch Versuche festgestellt, die ich durch das Entgegenkommen der C. Lorenz A. G. in ihrer Radiostation Eberswalde ausführen konnte.

2. Der Mittelpunkt M der Horizontalantenne ist vom Antennenknick etwa eine Viertelwellenlänge entfernt, wenn die Antennenkapazität wirklich in M ihren Wirkungsmittelpunkt hat. Dann ist aber die gesamte Antennenlänge unnötig groß: sie beträgt $\frac{\lambda}{2}$ statt nur $\frac{\lambda}{4}$.

Beide Nachteile werden vermieden, wenn man die Kapazität der Antenne in ihrem Hauptbetrage auf den Punkt M konzentriert. Diese Bedingung kann aber nicht etwa dadurch er-

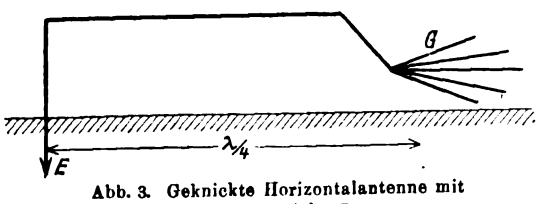


Abb. 3. Geknickte Horizontalantenne mit Gegengewicht G.

füllt werden, daß man die Antenne nur bis zu dem Punkt M herstellt und dort einen an eine entsprechend gute Erdung angeschlossenen Kondensator einschaltet, wie er in Abb. 2 gestrichelt angedeutet ist. Denn bei richtiger Wirkungsweise dieser Horizontalantenne müßten ihre beiden nunmehr vorhandenen Erdungen E und e einen Abstand von einer halben Wellenlänge haben, und ebenso lang müßte also auch die Horizontalantenne selber werden. Sorgt man aber dafür, daß dem Punkt M

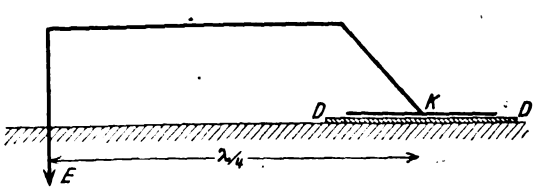


Abb. 4. Geknickte Horizontalantenne mit Erdkondensator K.

gegenüber an der Erdoberfläche nicht ein Strombauch, wie an jeder Antennen-Erdungsstelle, sondern ein Spannungsbauch der in der Antenne erzeugten stehenden elektrischen Wellen entsteht, so kann die Antennenlänge tatsächlich auf $\frac{\lambda}{4}$ herabgesetzt werden. Dies gelingt, indem man das Horizontalantennenende nach Art der Gegengewichte G (Abb. 3) auf die gewünschte Kapazität bringt, oder indem man meinen Erdkondensator [1]) mit Dielektrikum D (Abb. 4) zwischen der Kondensatorplatte K und der gutleitenden Erdoberfläche am Antennenende anordnet. Dann muß unter dem Gegengewicht G oder unter der Kondensatorplatte K ein Spannungsbauch der im Erdboden erzeugten, stehenden Wellen entstehen und die Abstände dieser Stellen von den Erdungsstellen E der Antennen werden einer Viertelwellenlänge gleich.

Nun ist das Brechungsverhältnis des gewöhnlichen Erdreichs nach verschiedenen Versuchen übereinstimmend etwa $n = 2{,}5$ gefunden worden. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Wellen in der Erdoberfläche ist also nur etwa $^2/_5$ derjenigen im Luftraume; entsprechend kleiner ist die Wellenlänge λ im Erdreich als Λ in Luft: $\lambda = \frac{2}{5}\Lambda$. Daher wird die mit Endkapazität G oder K versehene geknickte Antenne nur $\frac{\lambda}{4} = \frac{\Lambda}{10}$ lang. Eine richtig mit Endkapazität G oder K konstruierte geknickte Antenne muß also, wenn sie über gewöhnliches Erdreich verläuft, nur etwa ein Zehntel der zu verwendenden Wellenlänge Λ lang gemacht werden.

Meine Versuche in Eberswalde haben diese Schlußfolgerung bestätigt. Ich erhielt für den Zeichenempfang der Station Clifden die größte Lautstärke, mit der Parallelohm-Methode gemessen, wenn meine nach Abb. 3 angeordnete Antenne etwa 600 m Länge besaß, bei etwa 6000 m Wellenlänge der Station Clifden. Doch erreicht man diese geringste Antennenlänge nur, wenn man dafür sorgt, daß wirklich die Kapazität ganz am Antennenende konzentriert ist. Die Kapazität des das Gegengewicht G oder den Erdkondensator K mit der Station bzw. der Erdung E verbindenden Leiters darf gegen diejenige von G oder K selber nur verschwindend klein sein; auch ist es natürlich vorteilhaft, wenn die Induktivität dieses Verbindungsleiters ebenfalls möglichst klein gemacht wird.

Bei seinen genannten Versuchen hat Marconi gefunden, daß seine geknickte Antenne im günstigsten Falle ungefähr gleich einem Fünftel der benutzten Wellenlänge Λ (in Luft gemessen) sein müsse. Dies beweist die Richtigkeit der im Vorhergehenden erläuterten Überlegung. Denn diese Antennenlänge ist ja gerade doppelt so groß als sie sein müßte, wenn die ganze Antennenkapazität möglichst am Antennenende konzentriert wäre. Allerdings hat Marconi bei seinen transatlantischen Antennen die Antennenenden einigermaßen tiefer gehalten als die Antennenanfänge bei den Stationen selber. Indessen ist diese Kapazitätsvermehrung der Antennenenden doch offenbar viel zu gering, als daß dadurch die Gesamtantennenlänge wesentlich verkürzt worden wäre.

Die mit geknickten Antennen gemachten Erfahrungen lassen sich auf symmetrische Horizontalantennen übertragen. Solche Antennen müssen gleichfalls der ganzen Länge nach möglichst kapazitätsfrei (und möglichst induktivitätsfrei) ausgeführt werden, damit sie eine scharfe Resonanzfähigkeit erhalten. Ihre Kapazitäten müssen also möglichst an ihren Enden konzentriert sein. Ob man dabei ihre Enden als Gegengewichte G (Abb. 3) oder als Erdkondensatoren K (Abb. 4) ausführt, erscheint unerheblich. Eine solche Horizontalantenne muß für das Senden ebenso brauchbar sein wie für das Empfangen.

Wird die nach diesen Grundsätzen hergestellte symmetrische Horizontalantenne mit einer gewöhnlichen Vertikalantenne oder Schirmantenne oder T-Antenne u. s. f. derart vereinigt, daß die zweitgenannte Antennenart ganz in der geometrischen, senkrecht auf der Horizontalantenne stehenden Symmetrieebene der Horizontalantenne verläuft, oder daß sie sich doch in elektrischer Beziehung stets so verhält, wie wenn jenes genau der Fall wäre, so können beiderlei Antennen einander sehr nahe gebracht werden, ohne daß das Senden in der einen Antenne den Empfang in der anderen erheblich stört, was ich durch orientierende Versuche in Eberswalde bestätigt gefunden habe. Daher muß mit dieser Anordnung das Gegensprechen derart gelingen, daß Sender und Empfänger im gleichen Stationsgebäude untergebracht werden können. Bekanntlich hat dagegen Marconi für Senden und gleichzeitiges Empfangen viele Kilometer voneinander entfernte Antennen nötig.

Das Brechungsverhältnis reinen Wassers ist weit größer als das aller anderen Stoffe, nämlich $n = 9$. Gilt dasselbe Verhältnis angenähert auch für das Meerwasser, was allerdings nicht ganz zutreffend sein wird, so muß eine über ein Schiff von 200 m Länge verlegte Horizontalantenne, die z. B. mit meinen leicht anzubringenden Erdkondensatoren am vorderen und hinteren Schiffsende versehen wird, eine Eigenschwingung mit $\frac{\lambda}{2} = 200$ m oder $\Lambda = 9 \times 2 \times 200\,\text{m} = 3600\,\text{m}$ Wellenlänge bekommen. Man kann also auf Schiffen mit diesen großen Wellenlängen nicht nur telegraphieren, sondern (in beschränkterem Maße) auch gegensprechen. Würde man dagegen diese Horizontalantenne am einen Schiffsende direkt erden, am anderen Schiffsende in ein Gegengewicht oder einen Erdkondensator übergehen lassen, so würde sie sogar doppelt so großer Wellenlängen fähig sein.

Der C. Lorenz A. G. Berlin spreche ich hiermit für ihre vielfache Unterstützung, namentlich durch ihren Herrn Ingenieur Hartenstein, sowie für die Mittel zu meinen Versuchen mit Horizontalantennen in Eberswalde meinen verbindlichsten Dank aus. Da die Versuche nicht fortgesetzt werden konnten, stelle ich ihre bisherigen Ergebnisse hiermit zur allgemeinen Verfügung. Eine für den transatlantischen Verkehr berechnete große Horizontalantenne muß hiernach den überwiegenden Teil ihrer Kapazität an ihrem äußersten Ende haben, indem dieses als Gegengewicht nach Abb. 3 oder als Erdkondensator nach Abb. 4 ausgeführt wird.

[1]) Nähere Angaben D. R.-P. Nr. 268969 (erloschen).

Über Spinnfaser-Ersatzstoffe.

Die Not des Krieges hat erfinderisch gemacht, und insbesondere hat man in Deutschland nicht nur auf dem Gebiete der Metalle, sondern vor allem auch auf dem Gebiete der Spinnfaserstoffe nach Ersatzmitteln Umschau gehalten. Was in dieser Hinsicht deutscher Forschergeist und deutsche zielbewußte industrielle Arbeit geleistet hat, ist bewunderungswürdig. Unter Berücksichtigung der Wiederausfuhr haben wir in dem letzten Friedensjahre 486 000 t Baumwolle, 182 000 t Wolle, 154 000 t Jute, 50 000 bzw. 55 000 t Flachs und Hanf und 4000 t Seide aus dem Ausland bezogen. Die Grundlage der heimischen Spinnfasererzeugung war schmal genug, denn wir gewannen vor dem Kriege nur rd 12 000 t Wolle, 3600 t Flachs und kaum 100 t Hanf. Die letzten 30 bis 40 Jahre haben mit der zunehmenden Industrialisierung Deutschlands die Eigengewinnung an Spinnfaserstoffen immer weiter zurückgehen lassen. Unsere Schafzucht hat sich von Jahr zu Jahr verringert, und während unser Schafbestand sich im Jahre 1900 noch auf 9,7 Mill. Stück stellte, waren 1913 nur noch 5½ Mill. Stück vorhanden. Unsere Flachserzeugung stellte sich bald nach Begründung des Reiches noch auf 130 000 ha und war auf 10 000 bis 12 000 ha kurz vor dem Kriege gesunken, während die Hanfanbaufläche, die während der 70er Jahre noch etwa 20 000 ha betrug, in den letzten Jahren so gut wie verschwunden war. Man hat berechnet, daß unsere heimische Spinnrohstofferzeugung genau 1½ %

Digitized by Google

unseres Bedarfs ausmachte; auch die erhöhte Einfuhr von Baumwolle, Wolle und Sisalhanf aus unseren Kolonien, die in den letzten Jahren einen erfreulichen Aufschwung nahm, hat daran nicht viel ändern können, so daß wir zu mehr als 95% in der Spinnrohstoffversorgung auf das Ausland angewiesen waren.

Wenn nun auch in Deutschland selbst abgesehen von großen Beständen an Halbfabrikaten und Fabrikaten bedeutende Lager von Rohstoffasern vorhanden waren und die glücklichen militärischen Erfolge weitere beträchtliche Lager sowohl im Osten wie im Westen brachten, die freilich zunächst im Interesse der Heeresverwaltung beschlagnahmt werden mußten, so hat doch schon bald nach Kriegsausbruch eine sehr energische Tätigkeit einsetzen müssen, die darauf abzielte, im eigenen Lande Spinnrohstoffe zu gewinnen. Man hat einen erweiterten Flachs- und Hanfbau in die Wege geleitet. Der Anbau von Hanf hat sich im letzten Jahre auf einer Fläche von 6000 ha bewegt, die natürlich erst einen Bruchteil des wirklichen Hanfbedarfs liefern kann. Immerhin stehen für die Hanfanbaufläche reichliche Mengen Ödlandes zur Verfügung, so daß schon in den kommenden Jahren durch Ausnutzung dieser Flächen gute Erträgnisse erzielt werden dürften. Wesentlich weiter ist man mit dem Anbau von Flachs gekommen. Um uns gänzlich vom Auslande unabhängig zu machen, ist eine Anbaufläche von mindestens 75 000 ha erforderlich. Immerhin dürften schon heute, nachdem bereits 1916 wieder 22 000 ha unter Flachs standen und 1917 40 000 ha mit Flachs bestellt waren, die zunächst erstrebte Anbaufläche von 50 000 ha im laufenden Jahre erreicht sein, wobei zu bemerken ist, daß man gleichfalls den Flachsanbau in Belgien, Polen und den Ostseeprovinzen, der anfangs unter den Kriegsereignissen stark gelitten hatte, erheblich gefördert hat.

Neue Textilrohstoffe hat man in der großen Brennessel (Ustica dioica), der Typha oder dem Kolbenschilf und dem Besenginster gefunden. Diese drei letztgenannten Faserpflanzen werden heute durch die Nesselanbau-Gesellschaft bewirtschaftet. Die erzielten Erfolge sind sowohl technisch wie wirtschaftlich überaus günstig. Was die Nessel betrifft, so hat man den außerordentlichen Erfolg zu verzeichnen, daß ihr Anbau heute planmäßig in Plantagenwirtschaft auf freiem Lande vorgenommen werden kann. Auch die Niederungsmoore stellen einen vorzüglichen Anbauboden für die Nessel dar, da sie genügende Nährstoffe, vor allem stickstoffreiche Substanz, und die erforderliche Feuchtigkeit gewähren und dadurch eine Konkurrenz zwischen Nesselanbau und Getreideanbau, die man anfangs befürchtete, völlig ausgeschlossen erscheint. Die Nesselfaser steht in ihrer Güte zwischen Flachsfaser und Ramiefaser. Ihre Festigkeit übertrifft die der Leinenfaser bedeutend. Sie kann infolge ihres Glanzes, ihrer Geschmeidigkeit und Weichheit auch zu feinen Geweben, insbesondere auch zu Wirkwaren verarbeitet werden. Infolge verbesserter technischer Verfahren (Bast-Entgummierungsverfahren) kann man heute die Ausbeute der Brennesselpflanze an Faserstoffen ganz erheblich steigern. Bedeutsam ist, daß die Brennessel nicht nur den vorzüglichen Faserstoff liefert, sondern ihre grünen Teile auch als Viehfutter dienen, während aus dem Holzkörper Papier hergestellt werden kann. Die Ergebnisse des Anbaues sind durch eine großzügige Propaganda und Organisation des Einsammelns der wilden Bestände wesentlich gesteigert worden. Die bisherigen Ergebnisse aber werden, wie bemerkt, durch einen nunmehr in großem Stile vorgenommenen Plantagenanbau schon in den nächsten Jahren einer Vervielfachung entgegengehen. Das Kolbenschilf oder Typha kommt in riesigen Beständen in ganz Deutschland an Ufern und Flüssen, Seen und Teichen vor. Natürlich darf mit der Pflanze insofern kein Raubbau betrieben werden, als man die Wurzel stehen lassen muß. Für den Besenginster, der übrigens wie die Brennessel schon im vorjährigen Jahrhundert nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Ländern zur Faserstoffgewinnung herangezogen wurde, gilt dasselbe. Günstige Aussichten für eine Faserstoffgewinnung bildet ferner der Hopfen, wenn auch der Anbau dieser Pflanze gleichfalls in den letzten Jahrzehnten erheblich auf Kosten anderer Pflanzenkulturen und einer gesteigeren Einfuhr vom Auslande zurückgegangen ist. Auch der Verwertung der Torffasern sei hiergedacht, wie auch die im Torf vorkommenden Pflanzen, soweit sie der gegenwärtigen Flora angehören, auch in frischem Zustande sich für Fasergewinnung eignen.

Einen unbegrenzten Ersatzstoff stellt das Papiergarn dar, das aus dem Papier durch Drillung eines bis zur größten Feinheit geschnittenen Streifens gewonnen wird, dem man bisweilen auch Baumwolle und Wolle zusetzt. Neuerdings hat man auch die Herstellung von Papiergarn aus dem Papier vermieden und stellt aus dem Rohstoff des Papiers, der Zellulose, direkt chemisch einen Zellulosefaden, das Zellulon, her. In ähnlicher Weise wie man die Kunstseidefaser durch Gießen des Fadens gewann, hat man auch das Zellulon hergestellt. Auf gleichem Gebiet bewegt sich die Gewinnung der in letzter Zeit so viel genannten Stapelfaser.

Aus der großen Zahl vorhandener Pflanzen, welche die deutsche Flora bietet, hat sich immerhin nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl als geeignet zur Gewinnung von Spinnfasern erwiesen. An und für sich liefern viele Pflanzen eine gute Faser, aber in weitaus den meisten Fällen ist die Ausbeute zu gering und die Kosten der Herstellung zu hoch. In anderen Fällen wiederum ist die Faser an sich zu weich, um geeignet versponnen zu werden, oder zu hart und spröde, um selbst durch geeignete Mittel von ihrem Lignin- oder Holzgehalt befreit werden zu können. Immerhin sind die erwähnten Ergebnisse aber so vielversprechend, daß in absehbarer Zeit Deutschland zu einem sehr großen Teile von der Einfuhr fremder Textilrohfasern Abstand nehmen kann. Allerdings wird nach dem Kriege vor allem das Moment der Wirtschaftlichkeit wiederum eine größere Rolle spielen, und man wird sich, wenn auch nicht sofort, so doch später, einer starken Konkurrenz der Baumwolle gegenüber sehen. Freilich sind hier die Akten noch keineswegs geschlossen, denn es ist nicht unmöglich, daß auch eine Fortsetzung des Wirtschaftskrieges nach dem Waffenkriege für Deutschland wieder auf das verweist, was es an Spinnrohstoffen während der Kriegszeit sich selbst geschaffen hat. Soviel aber ist schon heute sicher, daß wie immer sich auch die Verhältnisse entwickeln und gestalten werden, die Textilrohstoffwirtschaft einen bleibenden Faktor in unserer Rohstoffversorgung bilden wird.

J. M.

KLEINERE MITTEILUNGEN.

Telegraphie und Telephonie mit Leitung.

Streifenwickelvorrichtung für Schnelltelegraphen.

[Telegr. u. Fernspr.-Techn., Bd. 7, S. 41.]

Für die Maschinentelegraphen, die mit Lochstreifen arbeiten, fehlte es bisher an einer geeigneten Wickelrolle, welche es ermöglichte, den Streifen nach dem Lochen aufzuwickeln und, ohne ihn umwickeln zu müssen, mit dem Anfang in den Sender einführen zu können. Diesem Mangel sucht eine von Kruckow angegebene Wickelrolle zu begegnen, deren Kern aus einzelnen Walzen gebildet wird. Diese Walzen machen ein Umwickeln entbehrlich, da der Streifen infolge der geringen Reibung am Kern bei feststehender Rolle von innen heraus abgewickelt werden kann. Außerdem wird eine einfache Wickelmaschine mit Motorantrieb beschrieben, die an den Lochertischen angebracht, das Arbeiten erleichtert und eine schonende Behandlung der Lochstreifen sicherstellt. Dieselben Vorrichtungen mit etwas abweichenden Rollenabmessungen können für Wheatstone-Apparate benutzt werden.

Kr.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Planimeter zur Bestimmung der Inhalte und höheren Momente ebener Flächen.

[Zentralbl. d. Bauverw., Bd. 36, S. 549.]

Das von H. Kulka angegebene Planimeter gehört zur Klasse der Integraphen, d. h. derjenigen Instrumente, welche gestatten, zu einer gegebenen Kurve

$$y = f(x)$$

die Integralkurven:

$$y_1 = \int f(x)\, dx$$

$$y_2 = \frac{1}{2}\int f^2(x)\, dx$$

$$y_3 = \frac{1}{3}\int f^3(x)\, dx$$

$$y_n = \frac{1}{n}\int f^n(x)\, dx$$

zu ermitteln. Bekanntlich bedeutet y_1 den Flächeninhalt zwischen Kurve, x-Achse und zwei Ordinaten, y_2 das statische, y_3 das Trägheitsmoment, y_n das Moment $(n+1)$-ter Ordnung des Flächenstückes y_1.

Die bekannten Integraphen (z. B. von Abdank-Abakanowicz-Coradi) liefern meistens nur y_1, während das Kulkasche Instrument lediglich durch Auswechselung eines Teiles des Apparates für die höheren Momente y_2 usw. in einfacher Weise umgestellt werden kann. Dieser vielseitigen Verwendungsmöglichkeit gegenüber scheint die Bezeichnung „Planimeter" etwas zu eng gefaßt zu sein.

Eine besondere Eigentümlichkeit unseres Instrumentes liegt darin, daß das Integrationsergebnis nicht wie bei den bekannten Integraphen durch eine Kurve, sondern durch aufeinanderfolgende Zählwerksablesungen geliefert wird. Liegt hierin auch ein gewisser größerer Zeitaufwand bei der Ausführung einer Integration, so wird dieser Umstand doch wettgemacht durch die erhöhte Genauigkeit des Ergebnisses, die durch die Zählwerksablesung bedingt ist.

Im praktischen Gebrauch (im Schiffbau) interessieren in erster Linie Flächeninhalt und höhere Momente, die durch bestimmte Ordinaten abgeschnitten werden, z. B. entsprechend verschiedenen Tauchtiefen eines Schiffes. Dies aber leistet gerade der Kulkasche Apparat. Natürlich kann man mit ihm auch beliebig berandete Flächen behandeln.

Der Fortfall des Schreibmechanismus bedingt eine nicht unerhebliche Vereinfachung des Aufbaues, die der Genauigkeit zugute kommt. Es wäre zu wünschen, daß bald Abbildungen der endgültigen Instrumentausführung und die Bezugsquelle veröffentlicht würden, damit weitere Kreise in eine Prüfung des Kulkaschen Integraphen eintreten können, die, wie ich glaube, sicher recht günstig ausfallen dürfte. *Ht.*

Elektrizitätswerke und Arbeitsübertragung.

Elektrizitätspolitik in England.

[Electrician, Bd. 81, S. 100 u. Engineering, Bd. 105, S. 698.]

Die Frage nach der künftigen Gestaltung der Elektrizitätswirtschaft beschäftigt, wie in anderen Ländern, so auch in England lebhaft Fachleute und Behörden. Bereits im vorigen Jahre wurde ein „Komitee für die Neugestaltung der Elektrizitätsversorgung in England" gebildet, dessen „Unterausschuß für Kohlenersparnis" im Dezember 1917 einen längeren vorläufigen Bericht veröffentlichte. Hierin war nachgewiesen, daß es zur Schonung der englischen Kohlenbestände und zur besseren wirtschaftlichen Rüstung nach dem Kriege unbedingt erforderlich sei, die bisherige Zersplitterung in der Elektrizitätsversorgung zu vermeiden, vielmehr die Elektrizitätserzeugung in Großstationen unter Gewinnung von Nebenprodukten zusammenzufassen und die so erzeugte elektrische Arbeit durch ein gemeinsames Hochspannungsnetz über das ganze Land zu verteilen, die unmittelbare Versorgung der Abnehmer aber in größeren Bezirken unter gemeinschaftlicher Verwaltung nach privatwirtschaftlichen Grundsätzen und unter Führung des privaten Unternehmertums, jedoch mit staatlicher Unterstützung, zu vereinheitlichen. Zu diesen Ausführungen wurde von Öffentlichkeit, Behörden und den Fachschriften meist zustimmend Stellung genommen, so auch in einer Sitzung der Vereinigung städtischer Elektrizitätswerke zu Manchester, in der in einem Vortrag von Watson der Vorteil der Zusammenfassung der Elektrizitätsversorgung für den Bezirk Manchester zahlenmäßig nachgewiesen wurde. Danach ist für den Bezirk von 2,5 Mill. Einwohnern bei vollständiger öffentlicher Elektrizitätsversorgung eine installierte Maschinenleistung von 750 000 kW bei einem Höchstbedarf von 450 000 kW erforderlich, während jetzt in 18 Werken nur 185 000 kW bei einer Höchstanforderung von 111 700 kW eingebaut sind.

Die Kosten einer neuen Großstation mit einer installierten Leistung von 100 000 kW bzw. für einen Höchstbedarf von 75 000 kW werden zu Friedenspreisen auf rund 180 M/kW angegeben und die reinen Erzeugungskosten unter Annahme einer Ausnutzungsziffer von 33,5% bei einem Kohlenverbrauch von 0,9072 kg/kWh und einem Kohlenpreis von rund 13,50 M/t auf 1,26 Pf., bei Annahme einer Ausnutzungsziffer von 45,7% zu 1,2 Pf., die Gesamtkosten einschließlich Verzinsung und Abschreibung auf 2,35 bzw. 1,94 Pf. berechnet. Demzufolge würde der Verkauf für Hochspannungsstrom ab Kraftwerk zu einer Grundgebühr von rund 34,25 M für jedes beanspruchte kW des Höchstbedarfes und zu einem Preise von rund 0,9 Pf./kWh erfolgen können. Die Kosten der Hochspannungsleitungen werden auf 13,2

Digitized by Google

Mill. M. geschätzt, d. s. für das höchstbeanspruchte kW im Mittel rund 12,75 M., so daß sich die Gesamtkosten einschließlich der Verluste in den Leitungen im Mittel auf 50,75 M. für das höchstbeanspruchte kW und rund 1 Pf. für die hochspannungsseitig abgegebene kWh ergeben würden.

Es wird weiter ausgeführt, daß es unter solchen Umständen auch für bereits bestehende Gleichstromwerke selbst unter Berücksichtigung der Verzinsung und Tilgung der bestehenden Anlagen im allgemeinen vorteilhafter sei, den Strom aus einer solchen Riesenanlage zu beziehen und nur zur Zeit der Spitzenbelastung das eigene Kraftwerk in Betrieb zu nehmen.

Nunmehr hat auch das englische Handelsamt durch seinen Elektrizitätsversorgungsausschuß einen Bericht veröffentlicht. Hierin werden zunächst die Gründe für die bisherige unwirtschaftliche Versorgung: Gesetzgebung, lokale Eifersüchteleien, Wirrwarr der verschiedenen Systeme, Ablehnung des Bezuges elektrischer Arbeit von seiten der größeren Industrien und der Bahngesellschaften usw., erörtert und verlangt, daß im Interesse des wirtschaftlichen Aufschwunges der englischen Industrie nach dem Kriege Vorsorge für eine ausreichende und wirtschaftlichere Elektrizitätsversorgung getroffen werde, die durch Zusammenfassung der Erzeugung in gut gelegenen Großkraftwerken der englischen Industrie auch den Wettbewerb mit Ländern mit umfangreichen Wasserkräften gestatten müsse.

Zur Verwirklichung dieser Forderungen wird die Einsetzung einer Zentralinstanz, einer „Elektrizitätsbehörde" (Electricity - Commissioners) vorgeschlagen, über die bereits auf Seite 368 der ETZ. 1918 berichtet wurde.

Sgl.

Werkstatt.

Über Toleranzen.

Eine Industrie, die wie die elektrotechnische in bezug auf Massenfabrikation den anderen als leuchtendes Beispiel vorangeschritten ist, wird eine von W. Kühn herausgegebene Arbeit[1]) mit besonderer Freude begrüßen, die auf dem genannten Gebiet durch ihre Gründlichkeit und Vielseitigkeit fruchtbringend wirkt. Auf den ersten Blick könnte es scheinen, als ob Kühn in seinen „Toleranzen" dasselbe behandeln wollte, wie Schlesinger in seinen „Passungen" (Forschungsheft 193/194). Gewiß berühren sich beide Arbeiten in vielen Punkten, insbesondere insofern, als sie beide das Ziel haben, brauchbare Grundlagen für die Herstellungsgenauigkeit zu geben, die man für austauschbare Teile vorschreiben muß. Während Schlesinger die ersten grundlegenden Versuche veröffentlicht und die besonderen Erfahrungen mitteilt, die er im Präzisionsmaschinenbau gesammelt hat, könnte die Kühnsche Arbeit eher eine Systematik der Passungen genannt werden. Angeregt durch die vom Normenausschuß der deutschen Industrie in Angriff genommene Vereinheitlichung der Passungen hat Kühn ein System konstruiert, das infolge seiner Schmiegsamkeit für alle nur erdenklichen Fälle gebraucht werden kann. An die bisher im allgemeinen übliche Feinpassung schließt er noch feinere und eine ganze Reihe gröberer Passungen an. Tatsächlich gibt es eine große Anzahl von Industriezweigen, für welche es eine unnötige Verteuerung bedeuten würde, wenn sie ihre austauschbaren Teile nach den im Präzisionsmaschinenbau üblichen, feinen Toleranzen bearbeiten wollten. Gerade die elektrotechnische Industrie bietet hierfür ein treffliches Beispiel. Während der Motorenbau sehr genau arbeitet, bedarf die Herstellung von Fernsprechapparaten mit ihren vielen Automatenteilen weniger feiner Passungen; eine noch geringere Genauigkeit erfordern viele Teile des Schaltapparatebaues. Hierfür enthält das „Kühnsche System" eine ganze Skala von Passungen, die nach Gütegraden abgestuft sind. Als besonderer Vorzug ist dabei anzusehen, daß zwischen den nach diesen Passungsgraden hergestellten Erzeugnissen vollständige Austauschbarkeit besteht. Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, kann jeder Betrieb, gleichgültig nach welchem Grade er arbeitet, Teile von außerhalb ohne Nacharbeit verwenden. Kühn erzielt das dadurch, daß er für alle Bohrungen als Kleinstmaß das Normalmaß gibt, und eine Abweichung, die je nach Güte verschieden groß ist, nur nach oben zuläßt.

Wenn hiernach die Kühnsche Arbeit des lebhaften Interesses aller Erzeuger austauschbarer Teile sicher ist, so dürfte noch besonders hervorgehoben werden, daß sie eine ganze Reihe bemerkenswerter Gesichtspunkte für die Zusammenarbeit von Bureau und Werkstatt enthält. Durch seine klare und übersichtliche Systematik, die sich besonders beim Eintragen von Toleranzen in die Zeichnungen bewährt, versetzt Kühn jeden Konstrukteur in die Lage, sich mit dieser Materie erfolgreich zu befassen und erzieht ihn damit für die Anforderungen der Werkstatt, die nicht „bauen", sondern „fabrizieren" will.

Es kann daher die Kühnsche Schrift jedem Ingenieur sehr empfohlen werden, um so mehr, als sie sehr wichtig für die Beurteilung des Einheitspassungssystems ist, welches vor einigen Wochen der Normenausschuß der deutschen Industrie als Ergebnis seiner bisherigen Arbeiten veröffentlicht hat und welches mit dem Kühnschen System die Abstufung nach Gütegraden, die Austauschbarkeit zwischen diesen und das Grundmaß aller Bohrungen gleich dem Normalmaß gemeinsam hat.

Mit Rücksicht hierauf ist es besonders zu begrüßen, daß in den Kühnschen „Toleranzen" zur rechten Zeit dem Ingenieur ein guter Berater erstanden ist.

Kz.

[1]) Heft 206 der „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens". Herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure. Kommissionsverlag von Julius Springer. Berlin. Preis 4 M.

Jahresversammlungen, Kongresse und Ausstellungen.

Die technischen Prüfanstalten des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins im Jahre 1917/18[1]).

[Bulletin des S. E. V, Bd. 9, S. 171.]

Das Geschäftsjahr 1917/18 brachte dem „Starkstrominspektorat" eine Vermehrung der Kunden um 54 auf 854, darunter 428 Einzelanlagen und 426 Elektrizitätswerke, letztere mit einem beitragspflichtigen Anlagenwert von 278,367 Mill. Fr.

Vom Starkstrominspektorat als Vereinsinspektorat wurden 899 (700 i. V.) Prüfungen vorgenommen, wobei die meisten geprüften Anlagen in befriedigendem Zustande befunden wurden.

Die Zahl der vom Starkstrominspektorat als „eidgenössischer Kontrollstelle" behandelten Vorlagen ist auf 3068 (2743 i. V.) gestiegen, wovon 634 (564 i. V.) Vorlagen Transformatoren und Schaltwerke und 2391 (2074 i. V.) Vorlagen Leitungsanlagen betreffen. Erhebliche Arbeit erwuchs dem Starkstrominspektorat auch aus der Behandlung der von ihm erstmals in Ausarbeitung genommenen Statistik der Elektrizitätswerke. Im Berichtsjahre wurden bei den Kunden der Prüfanstalten Neuerhebungen über den Umfang ihrer Anlagen vorgenommen.

Die Zahl der der „Materialprüfanstalt" erteilten Aufträge für Prüfgegenstände allgemeiner Natur belief sich auf 189 mit 1723 Mustern, worunter Freileitungs- und Innenraumisolatoren mit 26 Aufträgen und 792 Mustern an erster Stelle stehen.

Die im letzten Bericht erfolgte Anregung zur vermehrten Inanspruchnahme der Anstalten für fortlaufende Prüfungen der von den Elektrizitätswerken und Installationsfirmen verwendeten Materialien hatte leider keinen nennenswerten Erfolg, was um so bedauerlicher ist, als gerade die gegenwärtige Zeit mit den großen Herstellungsschwierigkeiten und der qualitativen Mangelhaftigkeit nach einer systematischen Prüfung der verwendeten Materialien geradezu rufen sollte.

Stark zugenommen hat die Zahl der Prüfaufträge bezüglich künstlichen Isoliermaterials als Ersatz für Porzellan, doch haben die Prüfungen ergeben, daß die meisten Ersatzstoffe in bezug auf Gleichartigkeit des Materials und auf Unveränderlichkeit der Isolierfestigkeit unter dem Einfluß von Feuchtigkeit dem Porzellan noch wesentlich nachstehen.

Für Glühlampenprüfungen gingen 111 Aufträge für 16 113 Lampen ein, womit aber die vor dem Kriege übliche Zahl bei weitem nicht erreicht wurde.

Viel Arbeit beanspruchten die im Auftrage der Kommission für Koch- und Heizapparate durchgeführten Untersuchungen, die in erster Linie systematische Prüfung verschiedener, bereits im Handel befindlicher Wärmeaufspeicherungsöfen betrafen. Andere Untersuchungen wurden vorgenommen, um Aufschluß zu erhalten über die Verwendungsmöglichkeit von verschiedenen Materialien, welche als Ersatz für die bisher angewandten, heute nicht mehr in genügenden Mengen erhältlichen Metalle und Legierungen für den Bau von Heizwiderständen in Frage kommen können, sowie über die Haltbarkeit der verschiedenen, an Koch- und Heizapparaten angewandten Schalter- und Steckerbauarten.

Der „Eichstätte" wurde vom eidgen. Amt für Maß und Gewicht die Bewilligung zur Errichtung und zum Betrieb einer amtlichen Prüfstelle erteilt, welche ihre Tätigkeit Anfang Januar 1918 aufnahm.

Die Eichstätte erledigte 1254 Aufträge mit 7370 Prüfgegenständen, worunter Zähler aller Art mit 936 Aufträgen und 6882 Apparaten an erster Stelle stehen.

Zwischen der Abteilung für Wasserwirtschaft in Bern und der Eichstätte ist ein Vertrag abgeschlossen worden, durch welchen letzterer die Prüfung und Überwachung der die Stromausfuhr ins Ausland überwachenden Meßeinrichtungen übertragen wurde.

Der diesjährigen Generalversammlung des S. E. V. und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke lag ein Antrag des Vorstandes des S. E. V. und der Aufsichtskommission der Technischen Prüfanstalten vor, in Zürich ein eigenes Gebäude für das Generalsekretariat und die Prüfanstalten zu errichten und hierfür 1 Mill. Fr zu bewilligen.

Mn.

[1]) Bericht über 1915/16 vgl. „ETZ" 1917, S. 54.

VEREINSNACHRICHTEN.

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

(Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an die Geschäftsstelle, Berlin SW. 11, Königgrätzerstr. 106, Amt Kurfürst Nr. 9320, zu richten.)

Nachtrag zum Sitzungsbericht vom 22. Oktober 1918[1]).

Vorführung des Modells eines neuen Hochspannungstransformators für sehr hohe Spannungen durch Herrn Dr. Fr. Dessauer, Frankfurt a. M. (vergl. „ETZ" 1918, S. 373, 383).

An die Vorführung schloß sich folgende Aussprache:

Herr **Fassbender:** Die neue Konstruktion des Transformators soll nach den eigenen Veröffentlichungen Dessauers den Hauptvorteil darin besitzen, daß bei gleicher Leistung und maximaler Spannung Gewicht und Dimensionen wesentlich geringer sind als bei den seither üblichen Konstruktionen der Hochspannungstechnik. Ein solcher Vorteil wäre für die Röntgentechnik in der Tat ausschlaggebend, wenn man daran denkt, daß man in der Regel gezwungen ist, die Hochspannungsanlage in einem Zimmer einer Mietswohnung zu installieren. In welchem Maße der Vorteil praktisch erreicht wird, kann nicht ohne weiteres übersehen werden. Es wäre von Interesse, wenn Herr Dr. Dessauer genaue zahlenmäßige Angaben über diesen Punkt machen könnte, zumal hierüber in seinen seitherigen Veröffentlichungen meines Wissens nichts zu finden ist.

Herr **Schüler:** Es scheint mir nicht unbedingt notwendig zu sein, den isolierten Stromkreis mit der Mitte der Sekundärwicklung zu verbinden. Das erforderliche Potential wird sich durch statische Ladung von selbst einstellen. Der Versuch hat dies auch bestätigt; die beabsichtigte Wirkung, das Aufhören des Glimmens, trat schon ein, als die Erdung des Zwischenkreises unterbrochen wurde, das Anlegen an die Mitte der Sekundärwicklung hatte keine merkliche Wirkung mehr.

Herr **Wagner:** Die Sekundärwicklung ist in der Mitte geerdet. Bisher hat man in Hochspannungsanlagen von der Erdung eines Pols möglichst abgesehen, weil damit immer gewisse Unzuträglichkeiten verbunden sind. Hier scheint aber die Erdung eine notwendige Eigenschaft des Transformators zu sein.

Herr **Dr. Dessauer:** Was die erste Frage anlangt, die Ersparnis von Raum und Aufwand bei der neuen Bauart der Transformatoren, so kann ich aus dem Kopf keine genauen Zahlen angeben. In der Röntgentechnik stehen jetzt etwa 20 Anlagen mit 200 kV Maximalspannung. Die Ersparnis beträgt etwa vielleicht 40%, es können auch 30 oder 45 sein, bezogen auf gleich sichere Isolation, genau kann ich es nicht sagen. Ferner wird in einer großen elektrotechnischen Fabrik eine Prüfanlage von 400 kV nach diesem System eingerichtet, und nach den Offerten, die man einzog, ergibt sich das Resultat, daß in diesem Falle bei einer einpolig geerdeten Anlage die Ersparnis an Geldkosten fast die Hälfte beträgt, und die Ersparnis an Raum natürlich auch beträchtlich ist. Dazu kommt der Vorteil, daß die Firma, welche jetzt schon eine 200 kV-Prüfanlage besitzt, ihren jetzigen Transformator nicht wegzutun braucht. Sie beschafft einen zweiten gleichen unter Einschiebung eines Beanspruchungsgliedes, und kann dann nach Wahl auch beide parallel verwenden.

[1]) Vgl. „ETZ" 1918, S. 471.

Digitized by Google

Was die Frage der Messung der Leerlaufs- und besonders der Glimmenergie anlangt, so habe ich darüber eingehende Mitteilungen in den „Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft" Jahrgang 19, Heft 17 u. 18 gemacht, auf die ich verweise, denn das Eingehen hierauf würde viel Zeit beanspruchen.

Über die weitere Frage, ob nicht die zwangsläufige Steuerung der Potentiale der Zwischenkreise überflüssig sei, sind natürlich eingehende Versuche gemacht worden. Wenn das Potential der Zwischenkreise nicht gesteuert wird, ist es allen möglichen Zufälligkeiten, wie einseitiger Ausstrahlung zur Erde o. dergl., ausgesetzt. Man kann das Steuern verschiedenartig machen, z. B. auch durch Kondensatoren. Dann muß man eigene Steuerkondensatoren haben. Nötig ist die Steuerung aber bei der praktischen Anwendung in irgendeiner Form wohl immer.

Was die Erdung der Hochspannungstransformatoren anlangt, so spreche ich von Beispielen. Das erste Beispiel war ein Prüftransformator mit einpolig geerdeter Hochspannungswicklung, und bei diesen ist das einseitige Erden üblich, eben mit Rücksicht auf den Zweck der Isolatorenprüfung. Wir in der Röntgentechnik — das betrifft mein zweites Beispiel — nehmen sehr gern die Mitte der Hochspannungswicklung an Erde, u. a. Gründen auch deshalb, um an der Anode und Kathode symmetrische Verhältnisse zu bekommen. In einem Röntgeninstitut ist es schwierig, zu sorgen, daß der Patient z. B. von der Anode weiter entfernt ist als von der Kathode, darauf kann der Arzt nicht achten. Deshalb definieren wir die Spannungsmaxima rechts und links durch die mittlere Erdung als gleich.

Herr **Wagner**: Ich meinte nicht, daß die Erdung in der Mitte ein besonderer Nachteil sei, sondern die Notwendigkeit einer Erdung überhaupt. In der Hochspannungstechnik vermeidet man betriebsmäßige Erdungen aus zwei Gründen: Erstens, weil dann jeder Erdschluß, jeder Überschlag eines Isolators zum Kurzschluß des Netzes führt, und zweitens wegen der schädlichen Einwirkung auf Fernsprechnetze und Telegraphenleitungen. Beim Röntgenbetriebe bringt die Erdung irgendeines Punktes der Sekundärwicklung die große Gefahr mit sich, daß bei jeder zufälligen Berührung irgendeines andern Punktes der Anlage sofort der Betreffende einer hohen Spannung ausgesetzt ist, u. zw. mit der vollen Energie des zwischen dem geerdeten und dem berührten Punkte liegenden Transformatorteiles. Ist dagegen keine betriebsmäßige Erdung vorhanden, so kann beim Berühren eines Punktes nur ein schwacher Isolations- und Ladestrom durch den Körper des Anfassenden fließen.

Herr **Dr. Dessauer**: Es ist natürlich zuzugeben, daß man es in der Kraftübertragung so macht und direkte Erdung meist vermeidet; aber zunächst hat das neue System mit der Erdung eines Transformators nichts unmittelbar zu tun. Bei meinen Beispielen sprach ich von den Anwendungsgebieten, für die ich den Transformator in erster Linie erdacht habe, das sind Prüftransformatoren, Gasreinigung, Entstaubung und Verwandtes und die Röntgentechnik. Ich stelle es der Zukunft anheim, ob auch in der Kraftübertragung das Prinzip angewendet werden wird. Es handelt sich schließlich aber überhaupt nicht um die Erdung, sondern nur darum, daß der Speisekreis eines Aufwärts-Hochspannungstransformators in seiner Potentiallage möglichst günstig liegt zu den Endpotentialen der Hochspannungsteile. Beim Aufwärtstransformator gilt das Analoge für den Sekundärkreis. In der Röntgentechnik ziehen wir trotz der vorgebrachten Bedenken die Erdung vor, denn es hat sich u. a. Gründen gezeigt, daß bei der Kleinheit der zur Verfügung stehenden Räume die Isolation der Hochspannungsquellen nur knapp ausreicht. Erden wir nicht in der Mitte, so schlägt der Transformator leicht an einem Ende durch, weil sich die Maximalspannungen an den beiden Enden beliebig verteilen werden. Große Gefahren bestehen im allgemeinen in der Röntgentechnik deswegen nicht, weil man meistens mit offenem Transformator und rotierenden Nadelschaltern arbeitet, und durch die Selbstinduktion des Stromfeldes und den Schalter das Anwachsen des Stromes begrenzt wird.

Persönliches.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Nobelpreis. Der Nobelpreis für Physik für 1917 wurde dem ordentl. Professor der Physik an der Universität Edinburgh, Dr. Ch. Glover Barkla, verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Unsymmetrische Mehrphasensysteme.

Zu dem interessanten Aufsatz „Unsymmetrische Mehrphasensysteme" von Herrn P. MÜLLER auf S. 341 ff. der „ETZ" 1918 erlaube ich mir folgendes zu bemerken. Die auf S. 353 für die Konstruktion des Einphasenmotor-Diagramms gemachte Voraussetzung, daß sich innerhalb des betriebsmäßigen Schlüpfungsbereiches das Größenverhältnis und der Winkel zwischen Spannung B und Strom i fast gar nicht ändert, ist als Grundlage für die Konstruktion des ganzen Diagrammkreises nicht zulässig. Der Endpunkt der Summenspannung $A \hat{+} B$ in Abb. 11a (S. 353) beschreibt bei veränderlicher Schlüpfung s in Wirklichkeit eine Kurve 4. Ordnung mit einem Doppelpunkt.

Bei Kurzschluß ($s = 1$) ist $I_k \mathrel{\hat{=}} i_k$ und daher $B_k \mathrel{\hat{=}} A$ (siehe Abb. 1); die Summenspannung ist dann $2A$. Weiters sind die der Schlüpfung $s = \infty$ entsprechenden, ideellen Kurzschlußströme I_∞ und i_∞ gleich und daher auch $B_\infty \mathrel{\hat{=}} A$. Der Punkt $B_k \equiv B_\infty$ ist also ein Doppelpunkt der $(A \hat{+} B)$-Kurve.

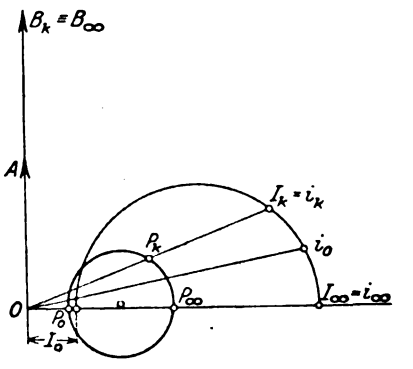


Abb. 1.

Umgekehrt ergibt sich aus der vorstehenden Überlegung, daß für konstante Spannung A bei den Schlüpfungen $s = 1$ und $s = \infty$ die Ströme im Einphasenmotor gleich der Hälfte der Strecken I_k bzw. I_∞ sind (Punkte P_k und P_∞). Aus den Strömen I_0 und i_0 ergibt sich anderseits der Synchronismusstrom OP_0 des Einphasenmotors durch richtige Anwendung des von H. MÜLLER angegebenen Prinzips. Durch die drei Punkte P_0, P_k und P_∞ ist das Kreisdiagramm des Einphasenmotors bestimmt.

Pola, 15. X. 1918. Ing. H. Kafka.

Erwiderung.

Die Bemerkung des Herrn KAFKA ist durchaus zutreffend; streng genommen müßte die Abweichung mit veränderlicher Schlüpfung berücksichtigt werden. Innerhalb des Schlüpfungsbereiches von 100 bis 200%, der hier in Betracht kommt, ist der Fehler aber so gering, daß er für den praktischen Gebrauch wohl unberücksichtigt bleiben kann, zumal dabei andere Punkte, die man gleichfalls zu vernachlässigen pflegt, wie Änderung der Streuung, eine größere Rolle spielen.

Berlin, den 7. XII. 1918. P. Müller.

LITERATUR.

Besprechungen.

Physikalisches über Raum und Zeit. Von Emil Cohn. 3. Aufl. Mit 11 Abb. 31 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1918. Preis 1,20 M + 40%.

Das kleine Heft gibt den Inhalt eines im Naturwissenschaftlich-medizinischen Verein zu Straßburg 1910 gehaltenen Vortrages wieder und stellt eine erste Einführung in die Relativitätstheorie dar. Jeder, der sich zuerst mit dieser Theorie beschäftigt, findet wohl die größte Schwierigkeit, die Ansicht von der Eindeutigkeit des Raumes und der Zeit aufzugeben. Cohn erleichtert das Verständnis dafür in sehr geschickter Weise durch ein Modell, an dem er die Veränderlichkeit und Vieldeutigkeit jener Größen nachweist. Der Leser sieht, daß der gegen den Beobachter bewegte Maßstab in dem Modell verkürzt erscheint, daß aber ebenso der bewegte Beobachter den ruhenden Maßstab zu kurz sieht, daß also beide Systeme, das ruhende und das bewegte, einander gleichwertig sind und es daher keinen Sinn hat, eines davon durch die Behauptung, es sei das absolut Ruhende, auszuzeichnen. Wenn aber erst die Möglichkeit der Folgerungen des Relativitätsprinzips erkannt ist, d. h. die Tatsache, daß es nicht zu Widersprüchen in sich führt, wie der in alten Anschauungen befangene Anfänger denkt, ist das Verständnis für seine Notwendigkeit sehr viel leichter zu wecken, da dann nur nachzuweisen ist, daß es die Gesamtheit der Naturvorgänge in der möglichst einfachsten Form darzustellen gestattet. Ich halte diese kleine Schrift von E. Cohn für eine der besten Einführungen in die Relativitätstheorie; sie sei Allen, die der auftretenden Schwierigkeiten nicht Herr werden können, empfohlen.

Dr. Ulfilas Meyer.

Lehrbuch zur Vorbereitung für die Ablegung der Gehilfen- und Meisterprüfung im elektrotechnischen Installationsgewerbe. Im Auftrage des Verbandes der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland verfaßt von Fr. Bode. Mit 312 Abb. 316 S. in 8°. Verlag der Hauptstelle des V. E. I. Frankfurt 1918. Preis 5 M. (für Mitglieder der V. E. I. 4 M.).

Das vorliegende Buch verdankt sein Dasein nicht einem Bedarf, den Verfasser oder eine Verlagsbuchhandlung zu erkennen glaubten, sondern wurde im Auftrage des Interessentenkreises geschrieben. Seit Jahren beschäftigt sich der Verband Elektrotechnischer Installationsfirmen eingehend mit der Heranbildung eines tüchtigen Gehilfen- und Meisterstandes und legt Gewicht auf Gehilfen- und Meisterprüfung als Nachweis ausreichender Ausbildung. An guten Büchern, aus denen der junge Praktiker Belehrung schöpfen könnte, ist kein Mangel, aber auf Grund seiner Erfahrungen bei den Prüfungen hielt es der Installateurverband doch für wünschenswert, seinen Lehrlingen und Gehilfen in einem Buch in einheitlicher Zusammenfassung gerade dasjenige Wissen zugänglich zu machen, was für seinen Stand nötig ist, und dessen Beherrschung darum in den Prüfungen verlangt werden muß. In Herrn Friedrich Bode, der selbst als selbständiger Installateur Erfahrungen gesammelt und der als Lehrer an der Frankfurter Elektrotechnischen Lehranstalt Gelegenheit gehabt hat, den Stoff auch didaktisch durchzuarbeiten, fand der Verband den geeigneten Bearbeiter für die Aufgabe, und so ist ein treffliches Buch entstanden.

Der erste Abschnitt (52 Seiten) bringt die allgemeinen Grundbegriffe. Unter strenger Sichtung des Stoffes wird nur das Wichtigste mitgeteilt und durch einfache Skizzen, Rechenbeispiele, Hinweise auf die Praxis dem Interesse und Verständnis des Lesers näher gebracht.

Der zweite Abschnitt behandelt auf 178 Seiten Starkstromanlagen. Unter steter Heranziehung der Verbandsnormalien und Einflechtung praktischer Hinweise wird Leitungsverlegung und Leitungsberechnung besprochen. Charakteristische Abbildungen dienen zur Erläuterung. Mit besonderem Interesse wird man das Kapitel Beleuchtungskunde begrüßen, das auf dem Lichtstrom aufbaut und modernen Gesichtspunkten Rechnung trägt. Bei den Maschinen steht ihr Verhalten im Betrieb im Vordergrund. Anlaufverhältnisse der Motoren, Wahl und Schaltung von Anlasser bzw. Kontroller, Montage, Behandlung, auftretende Fehler werden eingehend besprochen und wird das Leitungsnetz einer kleinen Fabrikanlage für verschiedene Stromsysteme und Anschlußbedingungen durchgerechnet.

Dem sonst häufig vernachlässigten Gebiete der elektrischen Fernmeldeanlagen sind rd 80 Seiten gewidmet. Leitungsbau, Stromquellen, einfache Signalanlagen, die gebräuchlichen Apparate und Schaltungen werden an Hand von charakteristischen Abbildungen und übersichtlichen Skizzen behandelt. Einige weitere Seiten sind auf Blitzableiter verwendet und schließlich wird der Leser noch auf die sich ihm bietenden Bildungsmöglichkeiten in Fortbildungsschulen und Fachschulen hingewiesen.

Das Bodesche Buch zeichnet sich durch zielbewußte Auswahl und Behandlung des Stoffes aus. Abbildungen erscheinen nicht um ihrer selbst willen, sondern ebenso wie übersichtliche Skizzen nur als notwendiger Bestandteil. Die Verbandsnormalien werden nicht im Wortlaut beigegeben, sondern sind allenthalben in den Inhalt hineingearbeitet. Die Darstellung ist klar und ökonomisch und paßt sich dem Interesse und Verständnis des Leserkreises

Digitized by Google

an. Soll dieser auch in erster Linie Lehrlinge und Gehilfen des Installateurstandes umfassen, so wird das Buch doch auch in weiteren Monteurkreisen gern und mit Nutzen gelesen werden. Neben dem Verfasser gebührt auch dem Verband der Installationsfirmen Anerkennung, daß er in schwerer Zeit das Buch veranlaßt und bei der Herausgabe keine Kosten gescheut hat. (Das Buch enthält eine Fülle neuer Abbildungen und ist durch keinerlei kostenlosen Ballast gestreckt!)

Möge der Erfolg ihm für die Mühe danken und das Buch ihm die erwartete Unterstützung seiner Bestrebungen geben, einen gut durchgebildeten Nachwuchs heranzuziehen.

J. Epstein.

Eingänge.

(Ausführliche Besprechung einzelner Werke vorbehalten.)

Bücher.

Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. In 5 Bänden bearbeitet von zahlreichen Fachgelehrten, herausgegeben von Prof. Dr. L. Graetz. Band 1. Lieferung 3 (Schlußheft des 1. Bandes) Elektrizitätserregung und Elektrostatik. Mit 56 Abb. im Text. VIII und 340 S. in 8°. Verlag von Johann Ambrosius Barth. Leipzig 1918. Preis 16 M + 20% T.-Z.

Kommentar zum Umsatzsteuergesetz vom 26. VII. 1918. Nebst der Sicherungsverordnung, den Ausführungsbestimmungen des Bundesrats und den Vollzugsvorschriften der größeren Bundesstaaten. Von Dr. jur. Johannes Popitz, Regierungsrat. Hilfsarbeiter im preußischen Ministerium des Innern und im Reichsschatzamt. XV und 461 S. in 8°. Verlag von Otto Liebmann. Berlin 1918. Preis geb. 23 M.

Leben und Wissenschaft, Wissenschaft und Leben, Rektoratsrede zur Jahresfeier der Georgia-Augusta am 26. VII. 1918, gehalten von Prof. Dr. H. Th. Simon, Göttingen. 32 S. in 8°. Verlag von S. Hirzel. Leipzig 1918. Preis 1,95 M.

Diktator Rathenau. Von Walter Lambach. 7. bis 12. Aufl. 64 S. in 8°. Verlag Deutschnationale Verlagsanstalt A. G. Hamburg und Leipzig. Preis 1,50 M

Die neue Wasserturbinen-Versuchsanstalt von Briegleb, Hansen & Co. in Gotha. Von Dr.-Ing. D. Thoma, Gotha. Mit 36 Abb. 16 S. in Folio. Verlag der Engelhard-Reyherschen Hofbuchdruckerei. Gotha 1918.

[Es ist eine bekannte Tatsache, daß die höchste Vollendung der Wasserturbine mit Hilfe der Theorie allein nicht zu erreichen ist, daß es dazu vielmehr noch einer Reihe von Koeffizienten bedarf, die aus Erfahrung an ausgeführten Turbinen bestimmt sind, deren Übertragbarkeit auf andere Fälle jedoch einigermaßen zweifelhaft ist. Es besteht eine Reihe von Turbinenarten, bei denen das von der Wirklichkeit gebotene Bild schon im normalen Betriebszustande in seinen Grundzügen stark vom theoretischen abweicht, und diese Abweichung bei der an sich fehlerfreien Theorie nur in der Unsicherheit der grundlegenden Annahmen zu suchen ist, so daß sich hier der Versuch ganz besonders lohnt. Die Druckschrift gibt ein übersichtliches Bild der von obengenanntem Werke geschaffenen Versuchsanstalt und sei allen Fachleuten angelegentlichst empfohlen.]

Jahrbuch der Elektrotecknik. Übersicht über die wichtigeren Erscheinungen auf dem Gesamtgebiete der Elektrotechnik. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von Dr. Karl Strecker. 6. Jahrgang, das Jahr 1917. VIII und 200 S in 8°. Verlag von R. Oldenbourg. München und Berlin 1918. Preis geb. 20 M. (Sonderpreise für Mitglieder des V. D. E. vergl. „ETZ" 1918, S. 499.)

Sonderabdrucke.

Der Mechanismus des Todes durch elektrischen Starkstrom und die Rettungsfrage. Eine Erwiderung auf Boruttaus gleichnamigen Aufsatz.[1]) Von Privatdozent Dr. Stefan Jellinek, Wien. „Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen", 3. F., Bd. 56, Heft 2. [Diese Arbeit stellt eine Erweiterung der von Jellinek in der „ETZ" 1918, S. 397 veröffentlichten Ausführungen dar. Der Streit der beiden Ärzte dreht sich hauptsächlich um die sehr wichtige Frage, ob der Tod durch elektrischen Starkstrom in der Mehrzahl der Fälle Herztod, herbeigeführt durch Kammerflimmern, ist, und ob deshalb die künstliche Atmung bei elektrisch Betäubten nutzlos ist. Jellinek widerspricht dieser Auffassung Boruttaus sehr energisch.]

[1]) „Vierteljahresschrift f. ger. Med. u. öff. Sanitätswesen", 3. F., Bd. 55, H. 1 und „ETZ" 1918, S. 396; weiter vgl. auch „ETZ" 1918, S. 81, 94, 130, 189, 491.

HANDELSTEIL.

Zur Sozialisierungsfrage.

Von den Volksbeauftragten ist eine Kommission für Sozialisierung eingesetzt worden, die es als ihre Aufgabe bezeichnet, diejenigen Maßnahmen vorzubereiten, welche geeignet sind, die Überführung von Produktionsmitteln in die Verfügungsgewalt der Gemeinschaft zu bewirken. Sie besteht aus den Herren Unterstaatssekretär K. Kautsky (1. Vors.), Prof. Dr. Francke, Dr. Vogelstein, Prof. Willbrandt (Tübingen), Prof. Dr. Lederer (Heidelberg), Prof. Ballod, Dr. Hilferding, Redakteur Cunow, O. Hué und hat, wir wir dem „Reichsanzeiger" entnehmen, folgenden Arbeitsplan aufgestellt:

Die Kommission ist sich bewußt, daß die Vergesellschaftung der Produktionsmittel nur in einem länger währenden organischen Aufbau erfolgen kann. Erste Voraussetzung aller wirtschaftlichen Reorganisation bildet die Wiederbelebung der Produktion. Vor allem erfordert die wirtschaftliche Lage Deutschlands gebieterisch die Wiederaufnahme der Exportindustrie und des auswärtigen Handels. Die Kommission ist der Ansicht, daß für diese Wirtschaftszweige die bisherige Organisation gegenwärtig noch beibehalten werden muß. Ebenso erfordert die Ingangsetzung der Industrie die Aufrechterhaltung und Erweiterung des Zirkulationskredits und damit die ungestörte Funktion der Kreditbanken. ... Jene Gebiete der Volkswirtschaft, in denen sich kapitalistisch-monopolistische Herrschaftsverhältnisse herausgebildet haben, kommen für die Sozialisierung in erster Linie in Betracht. Insbesondere muß der Gesamtheit die Verfügung über die wichtigsten Rohstoffe, wie Kohle und Eisen, zustehen. Es soll geprüft werden, welche anderen Zweige der Produktion und der Kraftgewinnung infolge der erweiterten Konzentration geeignet sind, in Gemeinwirtschaft übergeführt zu werden, welche Wirtschaftszweige sonst ihrer Natur nach für die Sozialisierung in Betracht kommen.

Die Kommission ist sich bewußt, daß der Erfolg der Sozialisierung abhängt von der Erhöhung der Produktivität, die durch die beste Organisation der Betriebe und Ersparung aller unnützen Zirkulationskosten unter Leitung bewährter Techniker und Kaufleute erzielt werden muß. Von der Natur der Wirtschaftszweige hängt es ab, welche Maßnahmen für die Sozialisierung am geeignetsten erscheinen, ob die Verfügung dem Reiche, den Kommunen oder anderen Selbstverwaltungskörpern zustehen soll, oder ob für einzelne Produktionszweige die Ausdehnung der Eigenproduktion der Genossenschaften das geeignete Mittel der Ausschaltung des kapitalistischen Profits darstellt. In gleicher Weise werden auch die Mittel der Sozialisierung je nach der Natur der Wirtschaftszweige sich verschieden gestalten müssen. Neben der völligen Übernahme kommen noch andere Formen der Beteiligung und der Kontrolle durch die Gesamtheit in Betracht.

Die Kommission glaubt, daß die bisherigen Besitzer für die Übergabe ihrer Betriebe durch Ablösungsrenten entschädigt werden sollen, damit Härten und Ungleichmäßigkeiten in der Heranziehung des Besitzes zu den Aufgaben der Gesamtheit vermieden werden. Es unterliegt dann der politischen Entscheidung, in welchem Umfange, vor allem auf dem Wege der Vermögensabgabe und der Besitzbesteuerung, die allgemeine Heranziehung der gesamten besitzenden Klassen erfolgt. Von dieser allgemeinen Grundlage aus will die Kommission ihre Arbeit aufnehmen und mit aller Beschleunigung Vorschläge für die einzelnen Zweige der Wirtschaft machen. — Hoffentlich zieht die Kommission noch in weitestem Maße Männer der Praxis zur Mitarbeit heran.

Übergangswirtschaft.

Die Kriegs-Rohstoff-Abteilung hat im Auftrage des Reichsdemobilmachungsamtes unter dem 1. XII. 1918 die Bekanntmachung V. I. 1448 11. 15. KRA. vom 25. VII. 1915, zweiter Nachtrag zu V. I. 663/6. 15. KRA., betreffend Bestandserhebung und Beschlagnahme von Kautschuk (Gummi), Guttapercha, Balata und Asbest sowie für Halb- und Fertigfabrikate unter Verwendung dieser Rohstoffe, vom 4. I. 1916 aufgehoben.

Von derselben Stelle sind unter dem 10. XII. 1918 bzw. 14. XII. 1918 die Bekanntmachungen M. 10/3. 16. KRA., betreffend Höchstpreise für Blei, vom 1. IV. 1916 und W. IV. 150/1. 17. KRA., betreffend Höchstpreise für rohe Seiden und Seidenabfälle aller Art, vom 31. I. 1917 außer Kraft gesetzt worden.

Das Reichsdemobilmachungsamt hat am 9. XII. 1918 verfügt, daß unter die im Interesse der wirtschaftlichen Demobilmachung zunächst in Kraft belassenen Bekanntmachungen der deutschen Kriegsministerien, stellvertretenden Generalkommandos, Gouvernements und Kommandanturen über die Regelung kriegswirtschaftlicher Verhältnisse (z. B. Beschlagnahmen, Höchstpreiserlasse usw.) auch alle von diesen Stellen getroffenen kriegswirtschaftlichen Einzelanordnungen, z. B. Herstellungsverbote, Einzelbeschlagnahmen bei bestimmten Firmen usw., fallen, sofern sie nicht durch Bekanntmachungen oder Einzelverfügungen des Reichsdemobilmachungsamtes bzw. der von diesem beauftragten Stellen oder der Stellen außer Kraft gesetzt worden sind oder werden, die die Einzelanordnungen erlassen haben.

Verschiedene Nachrichten.

Ergebnis der 9. Kriegsanleihe[1]). Die 9. Kriegsanleihe hat 10,434 Milliarden M eingebracht und erhöht damit die Gesamtsumme aller Anleihen auf über 98 Milliarden M. Die Ergebnisse der einzelnen Anleihen sind nachstehend zusammengestellt:

Übersicht der deutschen Kriegsanleihen.

Kriegsanleihen	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Ausgabedatum	Sept. 1914	Febr. 1915	Sept. 1915	März 1916	Sept. 1916	März 1917	Sept. 1917	März 1918	Sept. 1918
Zinsfuß:									
Anleihe %	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Schatzanweisungen „	5	5	5	4½	4½	4½	4½	4½	4½
Ausgabekurs:									
Anleihe M	97,5	98,5	99,0	98,5	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
Schatzanweisungen „	97,5	98,5	—	95,0	95,0	98,0	98,0	98,0	98,0
Ergebnis Mill. „	4481	9103	12 160	10 768	10 700	13 100	12 458	14 766	10 434

—z.

Verwendung des freigewordenen Kriegsmaterials für volkswirtschaftliche Zwecke. Die Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung weist darauf hin, daß die Zuführung, Umarbeitung und Verwendung des freigewordenen Kriegsmaterials in Anbetracht der wirtschaftlichen Notlage unseres Volkes sofort mit aller Energie in Angriff genommen werden müsse. Sie würde reiche Arbeitsgelegenheit schaffen und die jetzt schon bedenkliche Arbeitslosigkeit mindern. Zunächst wäre zu prüfen, welche freiwerdenden Kriegsgeräte und Einrichtungen mit Vorteil der Friedensarbeit zugeführt werden können. Als Beispiel aus dem Gebiete der Elektrotechnik nennt die Geschäftsstelle die Verwertung der aus dem Felde zurückkommenden und in den Fabrikationsstätten freiwerdenden Scheinwerfer und sonstigen Beleuchtungseinrichtungen für die angesichts der immer schwieriger werdenden Transportverhältnisse außerordentlich wichtige Einrichtung des Nachtbetriebes auf den deutschen Flüssen und Kanälen.

Es gilt, alle derartigen Vorschläge und Anregungen zu sammeln und zu sichten. Sodann muß eine rege Werbetätigkeit für den Absatz des zur Verwendung geeigneten Materials in allen in Betracht kommenden Abnehmerkreisen einsetzen. Für die einzelnen Industriezweige muß eine einheitliche Regelung angestrebt werden. Soweit die Elektrotechnik in Frage kommt, hat der Verein „Elektrizitätsverwertung" sich dieser Aufgabe zur Verfügung gestellt. Anregungen und Vorschläge werden daher am besten an ihn, Berlin W 57, Potsdamer Str. 68 (Fernspr. Lützow 4689) gerichtet[2]).

[1]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 132.
[2]) Vgl. auch „ETZ" 1918, S. 500.

Abschluß des Heftes: 20. Dezember 1918.

Für die Schriftleitung verantwortlich: R. O. Kohm in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

PENN STATE UNIVERSITY LIBRARIES
A00005590068

Digitized by Google